

Ava Cient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2020

Año 5 Núm. 1 Vol. VIII

ENERO - JUNIO

ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación



Indizado en:



Revista Impresa

Enfoque y alcance:

La Revista AvaCient editada por el Tecnológico Nacional de México, tiene por interés proporcionar a los investigadores, docentes, alumnos y público interesado, un medio para publicar los resultados de investigaciones científicas, tecnológicas y documentales, afines a la arquitectura, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en química y biología, ingeniería en sistemas computacionales e informática, ingeniería en ciencias de la tierra, a las ciencias económico administrativas, a la docencia y a las ciencias naturales.

El contenido de los artículos es estrictamente original, de carácter inédito, es importante y claro, a su vez, es pertinente para el área de interés de la revista.

El ISSN 2594-018X, es impreso, de cobertura nacional. Los artículos se publican en español o en inglés. Frecuencia de publicación: Semestral.

AvaCient incluye temáticas multidisciplinarias relacionadas con la ingeniería: bioquímica, civil, eléctrica, sistemas computacionales, tecnologías de la información y comunicaciones, así como los temas relacionados con la arquitectura, biología, a la docencia y las ciencias económico administrativas.

Políticas de selección:

Tipos de manuscritos a considerar su publicación:

Artículo de investigación científica y/o tecnológica. Es un documento en donde el objetivo principal es dar a conocer de manera evidente y concreta los resultados originales de una investigación efectuada sobre un tema específico. Es la culminación de la presentación de un documento elaborado con un pensamiento crítico y analítico, considerando una extensión que no exceda 20 cuartillas.

Artículo de investigación documental. La investigación documental es un proceso científico, sistemático y de búsqueda, recopilación, organización, análisis y comprensión de información en torno a un tema específico. Como toda investigación debe de estar orientada a la generación del conocimiento, que implica la descripción y cuantificación de un problema específico, con una extensión máxima de 20 cuartillas.

Artículo de divulgación. El objetivo primordial de este tipo de documento es hacer llegar información fidedigna sobre cualquier tema en general para el público en común. Esta temática deberá dirigir sus esfuerzos en adaptar el lenguaje especializado a la comunicación coloquial, su extensión no debe exceder 10 cuartillas.

Resumen de tesis. Este documento deberá contener título de trabajo o proyecto, el lugar donde se realizó, el nombre del autor, periodo y el año en que se realizó, así como la institución en donde se desarrolló. Máximo dos cuartillas, con una antigüedad de hasta dos años a la fecha de sometimiento.

El mismo artículo no debe ser enviado simultáneamente a otras revistas o congresos para su aceptación y/o divulgación impresa, electrónica o por cualquier otro medio.

Para mayores detalles y especificaciones, consultar la guía para autores.

Proceso de revisión:

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato, utilizando el sistema doble ciego y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Tiempo estimado para la evaluación:

Con el objetivo de garantizar un correcto y riguroso proceso de evaluación en cada una de sus fases, se estima un promedio de entrega de dictámenes de 90 días. Se garantiza una comunicación constante y asertiva sobre el envío y avances del proceso editorial.

AvaCient mantiene una convocatoria abierta durante todo el año para la recepción de artículos, con cierres semestrales para la selección de documentos por edición. El (Los) autor(es) entiende(n) que el hecho de someter su artículo a la revista no genera ningún tipo de compromiso de publicación hasta surtir con éxito todo el proceso editorial.

Indización:

AvaCient, cuenta con los siguientes índices:



Código de ética:

Véase el apartado respectivo en las siguientes páginas, declaratoria de ética y buenas prácticas, AvaCient previene el plagio y las prácticas de publicaciones depredadoras. Para ello, presenta la declaratoria de ética editorial que se fundamenta en los principios establecidos por el *Committee on Publication Ethics (COPE)*.

Política de acceso abierto:

La Revista AvaCient es de acceso abierto y no cobra por el envío de los artículos, el proceso editorial y la publicación. Puede ser consultada libremente, sin requerimiento de registro, suscripción o pago. Se permite al autor y a terceros leer, descargar, copiar, reproducir, distribuir, comunicar y crear a partir del artículo, siempre y cuando se atribuya el crédito al(a los) autor(es), se reconozca la publicación inicial en la Revista Avacient y sea para fines no comerciales. Provee acceso libre a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente la investigación al público, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento global.

Contacto:

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Chetumal
Tel: 9838322330, 9838321019
Email: avacient@itchetumal.edu.mx

Disponible en Internet:

<http://www.itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>

Directorio

Tecnológico Nacional de México
Director General
Dr. Enrique Fernández Fassnacht
Instituto Tecnológico de Chetumal
Director
Ing. Mario Vicente González Robles
Subdirectora Académica
M.T.I. María de los Ángeles Navarrete Marneou
Subdirector de Planeación y Vinculación
Dr. Manuel Alfredo Pech Palacio
Subdirector de Servicios Administrativos
Ing. Rafael Olvera Rodríguez

Consejo Editorial

Subdirector de Planeación y Vinculación
(TecNM/ITChetumal)
Dr. Manuel Alfredo Pech Palacio
Jefe del Depto. de Comunicación y Difusión
(TecNM/ITChetumal)
Mtro. José Pedro Villalobos Puga
Jefe del Centro de Información (TecNM/ITChetumal)
Lic. Esteban Magaña Pérez
Jefa de la División de Estudios Profesionales
(TecNM/ITChetumal)
Mtra. Raquel Ivet Saavedra Vargas
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
(TecNM/ITChetumal)
Dra. Alicia Carrillo Basto
Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios
(TecNM/ITChetumal)
Ing. Rodrigo Salazar García
Editor (TecNM/ITChetumal)
Dr. Robert Beltrán López

AVACIENT, Año 5, Núm.1, Vol. VIII, ENERO-JUNIO 2020, es una revista semestral, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Universidad 1200, quinto piso, Colonia Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536002511 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Dr. Robert Beltrán López. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-111018275600-102, ISSN: 2594-018X, ambos son otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Impresa por el Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. Insurgentes Núm. 330 esquina Andrés Quintana Roo, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013, Chetumal, Quintana Roo, Tel. 019838322330 y 019838321019. Fecha de término de la impresión 12 de junio de 2020.

Objetivo de la revista, es proporcionar a los investigadores, docentes, alumnos y público interesado, un medio para publicar los resultados de investigaciones científicas, educativas, tecnológicas y documentales, afines a la arquitectura, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en química y biología, ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería en ciencias de la tierra, a las ciencias económico-administrativas, a la docencia y a las ciencias naturales.

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato, utilizando el sistema doble ciego y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

El contenido de los artículos es estrictamente original, de carácter inédito, es importante y claro, a su vez, es pertinente para el área de interés de la revista.

AvaCient provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente la investigación al público, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento global e impide la obsolescencia del conocimiento. Sin embargo, cada autor podrá efectuar el archivo de sus trabajos por iniciativa propia a través de repositorios institucionales, colectivos o temáticos. La revista apoya las iniciativas de acceso abierto.

Queda autorizada la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación, a condición de que se cite la fuente completa y se incorpore un enlace <http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>

AvaCient es una revista científica arbitrada e indizada.

Soporte técnico: Mtro. José Luis Moctezuma Tejeda. Cel. 2291521713. jmoctezuma@itchetumal.edu.mx

Diseño de portadas por Luis Castillo. Cel. 9831363671. zluis29@hotmail.com

Se reconoce los créditos de la fotografía utilizada para la portada y contraportada a la Mtra. Carmen Rosas, número de celular 9831076275, email: corosas77@gmail.com, Instagram: [corosas77](https://www.instagram.com/corosas77)

Declaratoria de ética de publicación y buenas prácticas

AvaCient previene el plagio y las prácticas de publicaciones depredadoras. Para ello, presenta la declaratoria de ética editorial que se fundamenta en los principios establecidos por el *Committee on Publication Ethics (COPE)*:

Responsabilidades del Comité Editorial

- La descripción de los procesos de revisión por pares es definido y dado a conocer por el Comité Editorial con el fin de que los autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación. El Comité Editorial está siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación.

Responsabilidades del Editor

- El editor se responsabiliza por todo lo publicado en la revista, esforzándose por satisfacer las necesidades de los lectores y autores; por mejorar constantemente la revista; por asegurar la calidad del material que publica; por impulsar los estándares académicos y científicos.
- La decisión del editor de aceptar o rechazar un texto para su publicación estará basada únicamente en la importancia del artículo, la originalidad, la claridad y la pertinencia que éste represente para la revista.
- El editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los revisores la identidad de los autores. Tampoco podrá revelar la identidad de los revisores en ningún momento.
- El editor asume la responsabilidad de informar debidamente al autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del dictamen.
- El editor evalúa los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los autores.

Responsabilidades de los autores

- Los autores deben garantizar que sus manuscritos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética. Además, deben garantizar que sus trabajos no han sido previamente publicados o que no están siendo considerados en otra publicación. Se considerará un trabajo como previamente publicado cuando ocurra cualquiera de las siguientes situaciones:
 1. Cuando el texto completo haya sido publicado.
 2. Cuando fragmentos extensos de materiales previamente publicados formen parte del texto enviado a la Revista y no existan cambios sustanciales en las aportaciones del mismo.
 3. Cuando el trabajo sometido a la Revista esté contenido en memorias publicadas in extenso.
 4. Estos criterios se refieren a publicaciones previas en forma impresa o electrónica, y en cualquier idioma.
- Para la publicación de sus trabajos, los autores deben seguir estrictamente la guía para autores definida en la Revista.
- Los autores de los artículos deben presentar una descripción precisa de la investigación realizada, así como una discusión objetiva de su importancia. Un documento debe contener suficiente detalle y referencias para permitir a otros utilizar el trabajo. Declaraciones fraudulentas o deliberadamente inexactas constituyen un comportamiento poco ético y son inaceptables.
- Los autores deben garantizar que han escrito en su totalidad las obras originales, y si los autores han utilizado el trabajo y/o palabras de otro(s) tiene(n) que ser debidamente citado(s). El plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable. En consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.
- Un autor no debería, en general, publicar artículos que describen esencialmente la misma investigación en más de una revista o publicación primaria. La presentación del mismo manuscrito a más de una revista constituye un comportamiento poco ético y la publicación es inaceptable.
- Se deben de reconocer las fuentes adecuadamente. Los autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del trabajo presentado.
- La autoría debe limitarse a aquellos que han hecho una contribución significativa a la concepción, diseño, ejecución o interpretación del estudio. Todos aquellos que han hecho contribuciones significativas deben aparecer como co-autores. El o los autores principales deben asegurar que todos los co-autores se incluyen en el artículo, y que todos han visto y aprobado la versión final del documento y han acordado su presentación para su publicación desde el principio del proceso.
- Todos los autores deben revelar en su manuscrito cualquier conflicto financiero o de otro tipo que pudiera influir en los resultados o interpretación de su manuscrito. Todas las fuentes de apoyo financiero para el proyecto deben ser revelados.

Responsabilidades de los revisores

- Los revisores se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los manuscritos que evalúan.
- Para la revisión de los trabajos, los revisores deben contar con las normas para realizar esta tarea. Dichas normas deben ser proporcionadas por la Revista y son las que deben de considerar para la evaluación.
- Todo revisor seleccionado debe notificar en el tiempo establecido al editor de la Revista si está calificado para llevar a cabo la revisión del trabajo o si no está en la posibilidad de hacerlo.
- Cualquier manuscrito recibido para su revisión debe ser tratado como documento confidencial. No se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del editor.
- Los revisores se deben conducir de manera objetiva. Toda crítica personal al autor es inapropiada. Los revisores deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos.

Ante este panorama, AvaCient tiene la intención de adherirse a estándares éticos, con el propósito de orientar a los autores, revisores y editores en el desempeño de sus funciones.

Tabla de contenido

Presentación de la revista.

Directorio y cintillo.

Declaratoria de ética de publicación y buenas prácticas.

Comité editorial científico.

- 1. Estudio taxonómico de las entidades no lucrativas en México.** Daniel Eduardo Paz Pérez. **07**
- 2. Propuesta didáctica para la enseñanza de la derivada: basado Marzano y Kendall.** Lorena Antonia Guadalupe Puc Ortiz. **19**
- 3. Evaluación del esfuerzo fiscal del estado de Jalisco de 2013 a 2018.** Lizette Rivera Lima. **29**
- 4. Sistema de seguridad por reconocimiento facial usando inteligencia artificial.** Sergio Ricardo Zagal Barrera. Jorge Eduardo Ortega López. Lydia Cuevas Bracamontes. Angelita Dionicio Abrajan. **41**
- 5. Estudio tributario de las organizaciones religiosas cristianas en México y Perú.** Daniel Eduardo Paz Pérez. **49**
- 6. Diseño de un modelo de gestión en preparación y evaluación de proyectos.** Alex Javier Latorre Cárdenas. Salvador Felipe Espinet Vásquez. **61**
- 7. Evaluación multisensorial de marcas de tequila en los jóvenes de Veracruz, México.** Osiris María Echeverría Ríos. Fernando Erasmo Naranjo García. Esteban González García. Enrique de Jesús Mohedano Torres. **77**
- 8. Diseño y simulación de sistema electrónico de biosensor para la industria médica.** David Alejandro Duarte Moroyoqui. José Antonio Hoyo Montaña. Lucrecia Guadalupe Valenzuela Segura. Carlos Alberto Pereyda Pierre. **87**
- 9. Análisis de factores para generación de movimiento de sistema mecánico mediante BCI.** Karla Margarita Castilla Acosta. Aldo R. Castellanos Sartourios. Omar Eduardo Betanzos Martínez. Víctor Manuel Cruz Martínez. **101**
- 10. Aspectos reproductivos del pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*) en el río Hondo, México/Belice.** Gabriel Hernández Gómez. Juan Jacobo Schmitter-Soto. **111**
- 11. Estufas ecológicas para disminuir los índices de pobreza en Quintana Roo.** Eustacio Díaz Rodríguez. Corina Santana Duarte. José Manuel Meneses Domingo. **117**
- 12. Desempeño financiero de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.** Raúl Mejía Ramírez. José Antonio Echenique García. Eduardo Villegas Hernández. **125**

Guía para autores.

Instituto Tecnológico de Chetumal (México)

Dr. Julio César Cruz Argüello (SNI)
Mtra. Claudia Beatriz Rodríguez Poot
Dr. Luis Felipe Jiménez Torrez (SNI)
Dr. Salvador Felipe Espinet Vázquez
Dr. Leopoldo Querubin Cutz Pool
Dra. Alicia Carrillo Bastos
Mtra. María Josefina Aguilar Leo
Dr. Eustacio Díaz Rodríguez
Mtra. Luz María González Barragán
Dr. Robert Beltrán López (SNI)
Mtra. Blandy Berenice Pamplona Solís
Mtro. Isaías May Canche
Dr. Ricardo Enrique Vega Azamar (SNI)
Dra. Herlinda del Socorro Silva Poot

Universidad de Quintana Roo (México)

Dr. Edgar Alfonso Sansores Guerrero (SNI)
Dra. Juana Edith Navarrete Marneou (SNI)
Dra. Luz Margarita González López
Dra. Yunitzilim Rodríguez Peraza (SNI)

Universidad Politécnica de Bacalar (México)

Mtra. María Antonia de los Ángeles Díaz Martín
Dr. Ángel Aarón Rosado Varela

Universidad Autónoma de Sinaloa (México)

Dra. Ana María López Carmona

Universidad Autónoma de Aguascalientes (México)

Dr. Miguel Ángel Oropeza Tagle (SNI)

**Universidad Intercultural Maya
de Quintana Roo (México)**

Dra. Valeria Betzabé Cuevas Albarrán (SNI)

**Instituto Tecnológico Superior de
San Martín Texmelucan (México)**

Dra. Esmeralda Aguilar Pérez (SNI)

Universidad de Piura (Perú)

Dr. Luis Gerardo Gómez Jacinto

Instituto Tecnológico de Comitán (México)

Dr. Francisco Gabriel Yáñez Domínguez

Universidad Autónoma de Yucatán (México)

Dra. Elizabeth del Rosario Vázquez Borges

Universidad Tecnológica de Chetumal (México)

Mtro. Martín Antonio Santos Romero

Universidad Veracruzana (México)

Dr. Saulo Sinforoso Martínez (SNI)
Dr. Oscar Yahevh Carrera Mora (SNI)

Universidad de Oriente campus Puebla (México)

Dr. Carlos Alberto Lobato Tapia

Universidad Tecnológica Metropolitana (México)

Dra. Karina Concepción González Herrera (SNI)

Universidad Nacional del Altiplano (Perú)

Dr. Heber David Poma Cornejo

Instituto Tecnológico de Iguala (México)

Mtro. Sergio Ricardo Zagal Barrera
Mtro. Jorge Eduardo Ortega López

Fundación Malakim, A.C. (México)

Dra. Erika Cassio Madrazo

Universidad Autónoma de Tlaxcala (México)

Dra. María Mercedes Rodríguez Palma

Universidad del Mar (México)

Dr. Eduardo Jiménez Hidalgo (SNI)

Instituto Tecnológico de Boca del Río (México)

Dra. Itzel Galaviz Villa (SNI)

Universidad de Guadalajara (México)

Dr. Rogelio Rivera Fernández (SNI)
Dr. Francisco Javier Moscoso Sánchez (SNI)
Dra. Adriana Hernández García (SNI)

Universidad del Valle de Atemajac (México)

Dr. Evelio Gerónimo Bautista (SNI)

Ecosur (México)

Dra. Carla Beatriz Zamora Lomelí (SNI)

Conacyt (México)

Dra. Mayra Polett Gurrola (SNI)
Dra. Danna Lizeth Trejo Arroyo (SNI)

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos (México)**

Mtra. Karla Margarita Castilla Acosta

**Instituto Tecnológico Superior de
Ciudad Hidalgo (México)**

Mtra. Susana Reyes Vázquez

Universidad ESAN (Perú)

Dr. Edmundo R. Lizaraburu Bolaños

Universidad del Caribe (México)

Dr. Miguel Ángel Olivares Urbina (SNI)

SFAI México (México)

Mtro. Miguel Chamlaty Toledo

Cinvestav IPN Tamaulipas (México)

Dr. José Gabriel Ramírez Torres (SNI)

Universidad Andina Simón Bolívar (Ecuador)

Mtro. Miguel Giovanni Romero Flores

Universidad Nacional de Huancavelica (Perú)

Dr. Edwin Julio Córdor Salvatierra

Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

Mtra. Ingrid Yanina Rosas Villarrubia

Instituto Tecnológico de Chiná (México)

Dra. Norma Laura Rodríguez Ávila (SNI)

Árbitros participando en este ejemplar.

Provenientes de diferentes Universidades e Instituciones de Educación Superior de México, Perú, Ecuador, Argentina.

ESTUDIO TAXONÓMICO DE LAS ENTIDADES NO LUCRATIVAS EN MÉXICO

Daniel Eduardo Paz Pérez¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 21/09/2019 Aceptado: 11/03/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- Las entidades no lucrativas son organizaciones que se distinguen por el interés colectivo sin ánimo de lucro y por articularse desde la iniciativa social, por lo que pertenecen al denominado tercer sector de la sociedad. Dada su importancia, el objetivo de esta investigación fue mostrar la tipología de estas entidades, así como su evolución en el sistema jurídico mexicano, utilizando para su análisis el método documental sistémico-estructural-funcional, cuyos resultados muestran su taxonomía particular. El principal hallazgo es la propuesta de una clasificación propia del autor sobre las entidades no lucrativas, cuya originalidad estriba en su diferenciación segmentada en función a su finalidad; las limitaciones del estudio residen en la dificultad de un análisis más exhaustivo, dada la diversidad de los organismos no lucrativos.

Palabras claves: Entidades no lucrativas, tercer sector, sistema jurídico, tipología

TAXONOMIC STUDY OF NON LUCRATIVE ENTITIES IN MEXICO

Abstract.- Non-profit organizations are distinguished by the collective interest with no interest in earning economic gains from acting from social initiative, which makes them belong to the third sector of society. Given the importance, the objective of this research was to show the typology of these entities, using a systemic-structural-functional and documentary method, whose results demonstrate its taxonomic. The main finding is the proposal of an author's own classification of non-profit entities, whose originality lies in its segmented differentiation, which is made in function of its general purpose; the limitations of the study lie in the difficulty of a thorough analysis, given the diversity of non-profit organizations.

Keywords: Non-profit organizations, third sector, legal system, typology.

Introducción

En las sociedades modernas de economía de mercado se han articulado tres grandes sectores que configuran su estructura institucional (Butcher & Verduzco, 2016; Butcher, 2014; Estrada, 2016): el término primer sector ha sido designado para referirse a las instituciones de gobierno, las empresas públicas y los organismos públicos autónomos; el segundo sector corresponde a las empresas privadas, la industria y el comercio, que son de carácter predominantemente económico y lucrativo, también llamadas “el mercado”; por último está el tercer sector, el cual es identificado como un grupo complejo de entidades que no son públicas sino privadas, pero no persiguen los fines lucrativos de éstas aunque pudieran obtener beneficios económicos, en una especie de simbiosis organizacional.

Las organizaciones más estudiadas por las ciencias económico-administrativas son las industrias y el comercio, dadas las implicaciones que tienen por ser entidades lucrativas; por lucrativo debemos entender lo que produce utilidad, ganancia o provecho (Canabellas, 2003); mientras el afán de los propietarios de aquellas es la obtención de ganancias, las entidades no lucrativas (ENL) -en cambio- están centradas en la consecución de ciertos fines sociales, para lo cual pueden o no realizar actividades de tipo económico (Simental-Franco, 2015; Martínez-Franco & Guzmán-Raja, 2014); es importante mencionar que algunas organizaciones consideradas no lucrativas sí procuran obtener provechos económicos para sus integrantes, como las organizaciones de tipo gremial o las cooperativas, aunque para lograrlo no realizan actividades con preponderancia económica ni se dedican a la especulación comercial (Gallardo-Neyra & Fernández-Paredes, 2004).

Las ENL poseen características particulares, la principal es que trabajan por el interés colectivo sin ánimo de lucro y desde la iniciativa social (Barba, 2007); de ellas hay estudios sobre su gestión, sus finanzas, sus fines sociales y otros

¹ Doctor en Materia Fiscal, Profesor investigador, Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial. Carret. Mante-Valles Km. 7.5, Cong. Quintero, Tamaulipas. Correo: de-paz@itsmante.edu.mx Tel. (831)233-6666 CVU 428141, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0511-2776>. (**Autor corresponsal**).

temas de interés; en el presente estudio se realiza una investigación sobre la tipología, características y marco jurídico de este tipo de organizaciones en México. Los organismos especializados dan cuenta de que en México existen entre 30,000 y 60,000 instituciones sin fines de lucro (Suárez-Noriega, 2015:814; Butcher & Verduzco, 2016:70); para reconocer su indudable importancia, baste observar los datos del censo económico 2015 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2016):

- El Producto Interno Bruto que generaron fue 531,404 millones de pesos.
- Esto representa una proporción del 3.1% respecto del PIB nacional.
- El personal remunerado en las ENL fue de 1,439,000 personas
- Mientras que los trabajadores voluntarios fueron 1,914,000 personas
- El valor económico del trabajo voluntario fue de 121,780 millones de pesos.

Entre los beneficios que estas organizaciones proporcionan a la sociedad está su capacidad para estimular la solidaridad y el altruismo, promoviendo la cohesión social y la conformación del tejido económico (Soldevila y Cordobés, 2012); sin embargo, aunque todas pueden ser comprendidas en una tipología general como entidades sin ánimo de lucro, la inclusión de todas ellas en una determinada figura jurídica resulta imposible puesto que algunas realizan actividades que las identifican más con otras, creando así subgrupos particulares; ejemplo de ello son las escuelas privadas o los grupos de padres de familia, que no podrían ser incluidos en la misma categoría si se tomara en cuenta la actividad que realizan pero que sí comparten la naturaleza civil de sus actos. Partiendo de lo anterior, las preguntas que guían esta investigación son: ¿qué características tienen estas organizaciones? y ¿cómo se conforman jurídicamente?

Características de las entidades no lucrativas

Las organizaciones en general pueden ser consideradas como sistemas de recursos, integradas por individuos o por grupos, las cuales nacen con un propósito u objetivo particular; están reguladas por una estructura intencional al tiempo que mantienen relaciones con su entorno, y realizan sus actividades tendientes a lograr objetivos y metas comunes; son también grupos sociales estructurados y permanentes, que procuran mantener su supervivencia (Simental-Franco, 2015; García-Tenorio, García-Merino, Pérez-Rodríguez, Sánchez-Quiroz, & Santos-Alvarez, 2006). Por su parte, las organizaciones sin ánimo de lucro generalmente se dedican a realizar actividades con la intención de colaborar con el gobierno en tareas en las que aquél no interviene o lo hace solo parcialmente, funciones de tipo asistencial, de desarrollo social, cultural, científico, educativo, o el cuidado del medio ambiente, por citar algunos (Cemefi, 2015). La Norma de Información Financiera NIF-A2 (Pérez-Cervantes, Biese-Decker, Cortés-Moreno, García-Bojorges, & Gras-Gas, 2017) define a las entidades con propósitos no lucrativos como aquellas que “su objetivo es la consecución de los fines para los cuales fue creada, principalmente de beneficio social, sin que se busque resarcir económicamente las contribuciones a sus patrocinadores”. Otra definición muy utilizada es la contenida en el Sistema de Cuentas Nacionales de 1993 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que las define así:

Las instituciones sin fines de lucro son entidades jurídicas o sociales creadas para producir bienes y servicios, cuyo estatuto jurídico no les permite ser fuente de ingreso, beneficio u otra ganancia financiera para las unidades que las establecen, controlan o financian. En la práctica, sus actividades productivas tienen que generar excedentes o déficit, pero los posibles excedentes que obtengan no pueden traspasarse a otras unidades institucionales (ONU, 2007). Algunos puntos importantes de las entidades de carácter no lucrativo son:

Su identidad.- Cortés-Moreno (2002) y Soldevila y Cordobés (2012) documentan la gran complejidad de este tipo de organizaciones y la dificultad para incluirlas en una sola categoría; en la literatura se les suele llamar entidades no lucrativas, organizaciones sin lucro, entidades de asistencia o beneficencia, organismos no gubernamentales y varias denominaciones similares (Palos-Sosa & Méndez-Aguilar, 2011:4); además, la forma jurídica que adoptan estas organizaciones incluye varios tipos de sociedades colectivas.

Su gestión.- Existen diferencias cruciales en la administración de las entidades lucrativas y de las no lucrativas; Hudson (2007:125) encuentra al menos ocho razones de diferenciación, una de ellas es la relación más sencilla entre cliente y proveedor en las empresas lucrativas, que se limita a la transacción comercial, comparada con la ausencia de relación entre el beneficiario de una ENL y quien patrocina los recursos de ésta.

Su financiamiento.- La provisión del capital financiero en las entidades lucrativas corre a cargo de los accionistas, por lo que aquellas deben producir ganancias para retribuirles o aumentar su inversión; en las entidades no lucrativas, en cambio, la realización de los fines sociales requiere aportaciones de sus integrantes y donaciones de terceros, y no se

espera que éstas rindan frutos o ganancias, pero si hay deberán ser utilizadas y reinvertidas en la entidad (CCPM, 2013); un estudio español refiere que hasta el 85% del financiamiento de las ENL proviene de cuotas, donativos y mecenazgo (Acedo-Ramírez, 2011).

Su estructura.- Mientras en algunas organizaciones la participación de los integrantes es fundamental para alcanzar el objetivo social, en otras lo indispensable es el patrimonio o los subsidios gubernamentales; siendo distintas entre sí, las ENL pueden tomar la forma de asociaciones, sociedades, fundaciones o instituciones, cuyas estructuras organizacionales son completamente diferentes (López-Rey, 2007; Ibarra-Baidón & Palos-Sosa, 2017).

Las características que definen a las ENL son también tema de estudio; algunos autores como Fuentes-Perdomo (2007), Rodríguez-Cabrero (2007) y Soldevila y Cordobés (2012) identifican a estas organizaciones por:

1. Tener una finalidad no lucrativa, que consiste regularmente en prestar servicios a sus integrantes, patrocinadores o al resto de la sociedad.
2. Utilizar las ganancias o provechos económicos para la consecución de los fines de la organización, con la prohibición de repartirlos.
3. Funcionar con aportaciones económicas y el trabajo personal de sus integrantes.
4. Recibir aportaciones económicas externas de empresas, personas y de otras organizaciones públicas y privadas.
5. Pertenecer al giro de servicios en la casi totalidad de los casos.
6. Ser entidades no gubernamentales, con figuras jurídicas no mercantiles.
7. Gozar de beneficios fiscales, dependiendo de la actividad que realizan.

Por otro lado, Cortés-Moreno (2002) encuentra diferencias significativas entre las entidades lucrativas y no lucrativas, las que se sintetizan en la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1. Diferencias entre organizaciones lucrativas y no lucrativas.

Diferencia	Lucrativas	No Lucrativas
➤ La fuente principal de financiamiento	Aportaciones de accionistas o socios	Donaciones, subvenciones y patrocinios
➤ El motivo de las aportaciones	El lucro	Razones caritativas, humanitarias y científicas
➤ La restricción monetaria de los aportantes	Sin restricciones	Restricciones temporales o permanentes
➤ El precio de los servicios que ofrecen	Precio de libre mercado, con margen de ganancia	Precio no de mercado, usualmente sin ganancia
➤ El destino del beneficio económico	Restituir al inversionista	Beneficiar a personas distintas al aportante

Fuente: Elaboración propia con base en Cortés-Moreno (2002:11).

Clasificación de las entidades no lucrativas

En la literatura del tercer sector se recogen diferentes clasificaciones de las ENL; Paz-Espinosa (2015:573), por ejemplo, nos ofrece la recopilación de varios autores, siendo importante señalar las siguientes categorías del asociacionismo: 1) asociaciones de carácter económico-gremial y de matriz religiosa, 2) organizaciones civiles y de tipo cultural, 3) asociaciones deportivas, recreacionales y urbano-territoriales, 4) comunidades indígenas y 5) asociaciones de estudios y analistas políticos. Soldevila y Cordobés (2012:4), por su parte, recopilan de diferentes autores una tipología de estas organizaciones, y las clasifican como sigue:

1. En función de quien ofrece los servicios: a) públicas y b) privadas.
2. En función de los destinatarios de sus servicios: a) orientadas al cliente, b) orientadas al público y c) orientadas a sus integrantes.
3. En función del tipo de organización en que se formalizan los servicios: a) sector salud, b) sector educación, c) sector social, d) sector cultural, e) sector cooperativo, f) sector gobierno, y g) otras no gubernamentales.

4. En función del tamaño, el financiamiento y la gestión: a) orientadas a la prestación de servicios, y b) orientadas a la promoción ideológica.

Materiales y Métodos

El presente estudio descriptivo de tipo transversal incluyó la revisión de la legislación mexicana vigente al primer semestre de 2019, para identificar las formas jurídicas de las entidades no lucrativas en la actualidad, como marco de referencia. Dado que la estructura de cualquier organización puede ser analizada desde la Teoría General de Sistemas (Rodríguez-Jiménez & Pérez-Jacinto, 2017) se utilizó el método documental sistémico-estructural-funcional, el cual puede ser ejemplificado en la siguiente figura:

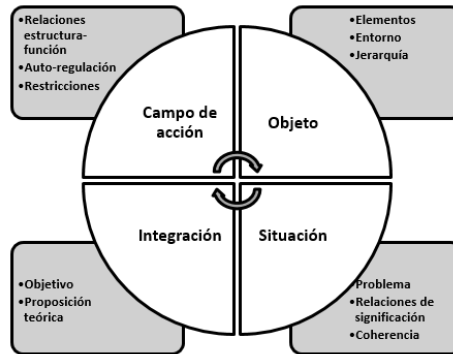


Figura 1. Fases del método de investigación sistémico-estructural-funcional.

Fuente: elaboración propia.

Como primer paso se necesitó caracterizar el objeto de hecho perceptible, lo cual ha sido abordado en la elaboración del marco teórico de referencia mediante la determinación de la naturaleza de las ENL, encontrando sus elementos componentes y su contexto (ver figura 2). Posteriormente fue preciso determinar la situación del problema, utilizando relaciones de significación y coherencia, proceso que puede ser resumido en la expresión de las preguntas clave: ¿qué características tienen las organizaciones no lucrativas en México? y ¿cómo se conforman jurídicamente? Como tercer paso se integró la información del sistema estudiado, determinando el objetivo de investigación: realizar un estudio taxonómico de las ENL; acto seguido se ha delimitado el campo de acción, restringido al ámbito jurídico mexicano. A partir del trabajo anterior surge la siguiente proposición teórica: “Las entidades no lucrativas que contempla el sistema jurídico mexicano pueden ser agrupadas en categorías uniformes con base en su finalidad.

Entorno	Componentes	Características
Socio-económico Político Jurídico Tecnológico Fiscal	Socios	<ul style="list-style-type: none"> • Solo personas físicas • Solo personas morales • Mixtas • Iniciativa pública
	Capital	<ul style="list-style-type: none"> • Aportaciones propias • Donativos • Ventas y servicios • Recursos públicos
	Finalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Razones caritativas • Razones laborales • Razones humanitarias • Razones sociales • Razones científicas • Razones productivas • Razones públicas • Razones civiles

	Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Directivo • Administrador único • Patronato • Otras formas
--	----------	---

Figura 2. Análisis del entorno y componentes.

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Las Entidades No Lucrativas son personas jurídicas colectivas reconocidas por la Ley; están integradas por individuos o grupos de individuos, a los cuales se les considera como una sola entidad en el ejercicio de sus derechos y obligaciones (Gobierno del Estado de México, 2013); dada la diversidad de propósitos que pueden tener, las ENL pueden adoptar diferentes formas jurídicas, atendiendo a la diversidad de la legislación nacional que está supeditada a la naturaleza de las normas jurídicas; partiendo de la metodología utilizada se realizó un análisis de dichas entidades para identificar las finalidades en común y realizar una clasificación propia.

Una propuesta taxonómica de las ENL es incluida en la Tabla 2 siguiente, que muestra una clasificación en función a la similitud en las finalidades que tienen tales organizaciones; es de advertir que la tabla mencionada contempla casi todas las categorías contenidas en la Cuenta Satélite de Instituciones sin Fines de Lucro (ISFL), reporte publicado por el INEGI (2016), que basa la clasificación en función a las actividades económicas, que son: 1 Cultura y recreación, 2 Enseñanza e investigación, 3 Salud, 4 Servicios sociales, 5 Medio ambiente, 6 Desarrollo y vivienda, 7 Derechos, promoción y política, 8 Intermediación filantrópica y promoción del voluntariado, 9 Internacional, 10 Religión y 11 Asociaciones empresariales y profesionales, sindicatos. Las organizaciones que ofrecen sus servicios a empresas, que gozan de importantes subsidios gubernamentales o que reciben capital preponderante de fuentes públicas pierden su identidad como instituciones no lucrativas y no son incluidas en esta clasificación (Salamon, Villalobos, Sokolowski, Haddock, Cortés, & Martínez, 2012).

Tabla 2. Clasificación de las Entidades No Lucrativas.

<p><u>Agrupaciones asistenciales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Instituciones de beneficencia • Fundaciones • Instituciones de auxilio médico y vial • Instituciones de protección civil 	<p><u>Agrupaciones gremiales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sindicatos y organismos obreros • Cámaras de comercio e industria • Asociaciones patronales • Asociaciones de profesionistas 	<p><u>Agrupaciones públicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gobierno Federal • Gobierno Estatal • Ayuntamientos • Organismos públicos descentralizados • Empresas públicas 	<p><u>Agrupaciones sociales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Partidos políticos • Asociaciones religiosas • Asociaciones deportivas • Organizaciones de solidaridad social
<p><u>Agrupaciones civiles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones civiles y de colonos • Asociaciones de padres de familia • Escuelas e institutos de enseñanza 	<p><u>Agrupaciones filantrópicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dedicadas a la protección de la naturaleza • Dedicadas a otorgar becas 	<p><u>Agrupaciones científicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Institutos de ciencia y tecnología • Centros de investigación 	<p><u>Agrupaciones productivas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones agropecuarias • Cooperativas

Fuente: Elaboración propia.

4.1 Agrupaciones asistenciales.- La asistencia social consiste en mecanismos de ayuda a la población pobre (alimentos, vivienda, salud o educación) que generalmente requiere de análisis o pruebas de vulnerabilidad, y también cierta discrecionalidad administrativa (Sedesol, 2015); la asistencia pública es un concepto antiguo, pues se ha contemplado en la legislación mexicana desde la época colonial, en la Constitución de 1857 y en la Ley de Beneficencia Privada de 1904. Entre las agrupaciones asistenciales encontramos a las instituciones de beneficencia o de asistencia pública, que son organizaciones benéficas destinadas a asegurar ciertos servicios sociales (Canabellas, 2003; Peralta-Varela, 2015),

y a las fundaciones, cuya finalidad es lograr la satisfacción de las necesidades de las personas también en el campo de los servicios sociales (Martínez-Franco & Guzmán-Raja, 2014:50).

Siendo organizaciones de derecho civil, estas organizaciones se rigen por el Código Civil Federal y los Códigos Civiles de cada estado; el Código Civil Federal de 1928 establece en su artículo 2687 que las asociaciones de beneficencia se regirán por las leyes especiales correspondientes; por ello, cada entidad federativa del país ha expedido leyes que rigen a estas entidades, como por ejemplo la Ley de Instituciones de Asistencia Privada para el Distrito Federal, que data de 1998. También existe una Ley de Asistencia Social de carácter federal, promulgada en 2004, que reconoce a las Instituciones de Asistencia Privada (IAP), a las Instituciones de Beneficencia Pública (IBP) y a las Instituciones de Asistencia Social (IAS) constituidas conforme a las leyes estatales, las cuales funcionan como asociaciones cuando solo realizan actos de asistencia y beneficencia, o como fundaciones si además cuentan con bienes afectos a los actos de beneficencia y un Patronato o Consejo Directivo que lleva a cabo su administración.

4.2 Agrupaciones gremiales.- En un sentido general, un gremio es un conjunto de personas que ejercen la misma profesión u oficio, o que poseen el mismo estado social (Canabellas, 2003); en esta categoría encontramos a los sindicatos, las cámaras de comercio e industria y las asociaciones de profesionales, estas últimas se estudian en el apartado 4.5. El artículo 354 de la Ley Federal del Trabajo de 1970 permite la libre coalición de obreros y de patrones en sindicatos, quedando consignado como despido injustificado a nivel constitucional el ejercer derechos colectivos como ingresar a sindicatos (Marquet-Guerrero, 2017), los cuales para tener reconocimiento jurídico deben registrarse en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social cuando sean de competencia federal y en las Juntas de Conciliación y Arbitraje cuando sean de competencia local. Los trabajadores del mismo sector se pueden afiliar a sindicatos locales o a federaciones, organismos de alcance nacional formados por sindicatos locales (Xhafa, 2014).

Respecto a las cámaras de comercio e industria, son organismos cúpula de los distintos sectores industriales o comerciales para la protección de sus intereses comunes y sirven como órganos de consulta y colaboración con el Estado (Ramírez-Valenzuela, 2006); pueden estar conformadas por comerciantes o por industriales, pero las confederaciones serán, en todo caso, integradas exclusivamente por cámaras; están regidas por la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones, la cual las reconoce de interés público, autónomas, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Esta ley exige que en su denominación se utilicen los términos “cámara” o “confederación” para identificarles, y prohíbe que personas morales distintas a éstas puedan utilizar dichos términos.

4.3 Agrupaciones públicas.- En esta categoría encontramos a los órganos de gobierno de los tres niveles: el Estado mexicano, las Entidades Federativas y los Municipios; el Código Civil Federal de 1929 los incluye en la categoría de personas morales, conforme a la fracción I de su artículo 25, y también los rigen otras leyes políticas y administrativas (Fernández-Ruiz, 2017:61). La Nación o el Estado mexicano es reconocido como nuestro máximo órgano público en los artículos 39, 40 y 41 de la Constitución Política; de igual forma, los Estados que conforman la República Mexicana tienen sus propias constituciones que les conceden su personalidad jurídica; situación similar para los Municipios, que cuentan con leyes orgánicas que les conceden reconocimiento jurídico, con base en el artículo 115 de la Constitución federal.

Además de aquellos órganos de gobierno, existen otras entidades llamados organismos públicos descentralizados, entidades creadas por ley o por decreto para actuar con independencia, que cuentan con personalidad jurídica y patrimonio propio, pudiendo tener cualquier estructura legal y entre sus objetivos están la prestación de servicios públicos o sociales y la explotación de bienes o recursos propiedad de la nación, según el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN, 2014).

4.4 Agrupaciones sociales.- Están conformadas por grupos de personas que interactúan entre sí, conjuntando esfuerzos e ideas para lograr objetivos comunes; dentro de las agrupaciones sociales están los partidos políticos, los cuales se gestaron entre los siglos XVII y XVIII y sirven como conexión entre la sociedad civil y el Estado (Moisés-Lechuga, 2004), garantizando el derecho de asociación legítima (pluralismo ideológico) y la libertad de participación para acceder a puestos de decisión (Cordón-Aguilar, 2018); la Constitución Política de nuestro país en su artículo 41 fracción I los considera entidades de interés público. Orozco-Henríquez & Vargas-Baca (2008:586) los definen como “organizaciones de ciudadanos reunidos en torno de una ideología común y que tienen la voluntad de acceder al ejercicio del poder político en un Estado o, al menos influir en él...”. Están regulados por la Ley General de Partidos Políticos publicada en 2014, y obtienen su reconocimiento jurídico al momento de realizar su registro como partido político ante la autoridad competente.

Por otro lado, las entidades religiosas también son agrupaciones de carácter social, reguladas por la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público de 1992; las iglesias de todo tipo de credo suplen actividades que no realiza el Estado ni otro sector social, por lo que no han sido consideradas sujeto de impuestos durante mucho tiempo (Garduño-Martínez, 2015); se pueden constituir ante notario público y deben hacerlo además ante la Dirección de Asuntos Religiosos de la Secretaría de Gobernación para la obtención del reconocimiento jurídico como Asociaciones Religiosas (Secretaría de Gobernación, 2011).

Las agrupaciones deportivas también son organizaciones sociales y están contempladas en la Ley General de Cultura Física y Deporte; las personas morales de esta categoría, cualquiera que sea la naturaleza jurídica, estructura o denominación que adquieran, pueden ser reconocidas por la Comisión Nacional del Deporte (Valdez-Méndez, 2015) atendiendo a la preponderancia económica que tengan: se reconocen como Asociaciones Deportivas a aquellas que contribuyan al desarrollo del deporte sin fines preponderantemente económicos, mientras que serán Sociedades Deportivas las que lo hagan con fines preponderantemente económicos. La misma ley reconoce explícitamente a las agrupaciones deportivas como entidades de carácter civil, y todas ellas deben solicitar su registro ante la Conade para obtener el reconocimiento jurídico.

Por último en esta categoría, encontramos a otras organizaciones de solidaridad social; éstas deben ser constituídas con un patrimonio colectivo, sus socios deben ser especialmente ejidatarios, comuneros y campesinos sin tierras, que destinen una parte del producto de su trabajo a un fondo de solidaridad social, quienes podrán realizar actividades mercantiles conforme al artículo primero de la Ley de Sociedades de Solidaridad Social (Serrano-Heredia & Rodríguez-Perez, 2013); la denominación de estas entidades debe ir seguida de las palabras “Sociedad de Solidaridad Social” o las siglas S. de S.S.

4.5 Agrupaciones civiles.- Las agrupaciones civiles son las entidades que, con una estructura administrativa fuera de lo familiar, persiguen un fin común (OECD, 2018); también se las considera un conjunto de voluntades que se organizan para trabajar por la cooperación al desarrollo (López-Rey, 2007). En esta categoría encontramos a las asociaciones civiles, de colonos, de padres de familia y de profesionales, así como escuelas privadas; la figura jurídica más recurrida por éstas y las demás agrupaciones es la asociación civil, que se regula por el Código Civil Federal de 1929, cuyo artículo 2670 señala: “Cuando varios individuos convinieren en reunirse, de manera que no sea enteramente transitoria, para realizar un fin común que no esté prohibido por la ley y que no tenga carácter preponderantemente económico, constituyen una asociación”. Las entidades que utilizan esta figura jurídica deben protocolizar ante fedatario público el acta constitutiva que les da origen para que adquiera validez ante terceros.

Las Asociaciones de Padres de Familia están regidas por el artículo 67 de la Ley Federal de Educación y el Reglamento de Asociaciones de Padres de Familia, que restringe su existencia a las escuelas de nivel básico; es la Secretaría de Educación Pública quien lleva un registro nacional gratuito de estas entidades, y en cada estado existe una reglamentación de estas asociaciones, a las que se les solicita un documento constitutivo que se legaliza ante la autoridad educativa, quien implementa los mecanismos para su reconocimiento jurídico (Romero-Gonzaga, 2017; Perales-Mejía & Escobedo-Carrillo, 2016).

Otras agrupaciones civiles son las escuelas privadas, que surgieron para atender la demanda de la educación que el gobierno federal no podía garantizar en todo el país (Rosiles-López, Macías-Terán, Pérez-Alcalá, León-Prieto, & González-Núñez, 2016) y que están fundamentadas en la libertad de enseñanza establecida desde la Constitución de 1857, y recogida en el artículo 3 fracción VI de la Constitución de 1917, mientras que las asociaciones de profesionistas como barras de abogados y colegios de contadores fundamentan el derecho de asociarse en el artículo 9 de la misma Carta Magna (Barba-Casillas, 2016). Por último, las asociaciones de colonos o propietarios de inmuebles en condominio se rige por las leyes estatales respectivas, como la Ley Sobre el Régimen de Propiedad en Condominio de Bienes Inmuebles para el Estado de Tamaulipas, así como por el Código Civil de cada Estado; para la obtención del reconocimiento jurídico es necesario que los propietarios formalicen su voluntad ante notario público, siendo lo más común utilizar la figura de la asociación civil.

4.6 Agrupaciones filantrópicas.- Por actos filantrópicos debemos entender “prácticas que resultan del acto de donar o regalar dinero, bienes (mobiliario, equipos, instrumentos, medicinas, alimentos) o servicios (trabajo voluntario) a personas o grupos organizados de personas con un fin humanitario” (Caravedo, 2001:33). Las organizaciones dedicadas al voluntariado, la protección de la naturaleza y el otorgamiento de becas son ejemplo de estas entidades sin

finés de lucro, muchas de las cuales se encuentran agrupadas en organismos cupulares; entre ellos destaca el Centro Mexicano para la Filantropía, A.C., con más de 1,400 afiliados entre asociaciones, fundaciones, empresas y dependencias gubernamentales (Cemefi, 2016). Otras, como las Áreas Privadas de Conservación que protegen reservas naturales, funcionan como las demás ENL, utilizando preferentemente la figura de la asociación civil para obtener su registro jurídico (Zaragoza-Quintana, MacSwiney-González, & Hernández-Betancourt, 2015).

4.7 Agrupaciones científicas.- Así como hay organismos relacionados con la ciencia y la tecnología de carácter público, también existen organizaciones científicas privadas; desde el siglo XVII se materializaron las ideas de formar colegios para la promoción del saber físico-matemático y experimental, que devinieron en la institucionalización de la ciencia moderna: instituciones, centros, organismos, empresas y personas de los sectores público, social y privado llevan a cabo en nuestro país actividades relacionadas con la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación (Academia Mexicana de Ciencias, 2017; Sánchez-Limón, 2011; Redondo-Álvaro, 2008; Islas-Morales, 2014). Cabe señalar que en nuestro país estas entidades deberán inscribirse en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (Reniecyt), que es una base de datos donde se identifica a este tipo de entidades para la obtención de apoyos y subvenciones públicas; estas agrupaciones suelen utilizar la forma jurídica de las asociaciones civiles, analizadas previamente.

4.8 Agrupaciones productivas.- En la última categoría están las asociaciones agropecuarias, que funcionan como agrupaciones de productores agrícolas o ganaderos bajo la figura de la asociación civil; también se incluyen las cooperativas, las cuales están enfocadas en generar condiciones de vida adecuadas para sus integrantes a través del esfuerzo propio en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios (Mendoza-Guzmán, Díaz-de León, & Rivera-González, 2016; Sánchez-Flores, Porrás-Zárate, Porrás-Zárate, & González-Sánchez, 2017). Conviene aclarar que existen tres tipos de cooperativas: las de producción, las de consumo y las de ahorro y préstamo, ninguna de las cuales se propone esencialmente la obtención de beneficios, sino la prestación de servicios a sus asociados, y deben constituirse bajo la Ley General de Sociedades Cooperativas; en el caso de las de ahorro y préstamo, se les reconoce su carácter de integrantes del sector social sin ánimo especulativo y que no son intermediarios financieros con fines de lucro, pero deben estar registradas ante la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (Olmedo-Carranza, 2013; Torres-Arévalo, Porrás-Zárate, & López-Amezcuca, 2014; Delgado-Guzmán & Rivera-Cruz, 2013).

Discusión

Las Entidades No Lucrativas son organizaciones formales en las que sus líderes se aseguran que las actividades que llevan a cabo sean compatibles con los objetivos de la organización, como la maximización de sus recursos financieros al evitar su dispendio en gastos no necesarios o evitables como los impuestos (CCPM, 2013:7; Vottero, 2015); apoyan lo anterior lo señalado por Rodríguez-Cabrero (2007) y García-Tenorio y col. (2006), quienes afirman que los gestores de estas entidades se preocupan por lograr una mayor autonomía económica, mejorar la credibilidad social, reforzar la participación cívica de los socios y voluntarios, y ampliar la colaboración con otras organizaciones.

Pese a su importancia y a los beneficios tributarios que obtienen, las ENL en México aún presentan resultados desfavorables: hay una cantidad muy reducida de este tipo de organizaciones en el país (38 veces menos que en Chile y EEUU, como ejemplo), de las cuales menos del 13% se han registrado como Donatarias Autorizadas para efectos fiscales (Butcher & Verduzco, 2016:79; Chávez-Chávez, 2018:12) en las que persiste la informalidad, la poca profesionalización, su corta duración de vida, escasos recursos económicos, poca visibilidad de su trabajo y bajos niveles de confianza entre la sociedad (Ablanedo-Terrazas, 2009; Castañeda-Morales, 2013; Cemefi, 2015:25); además, enfrentan problemas de irracionalidad burocrática, falta de transparencia, complejidad del entorno legal y suelen padecer de escasa planeación estratégica y limitado acceso a la tecnología (Chávez-Becker, González-Ulloa, & Venegas-Maldonado, 2016).

Por último, Vottero (2015) considera a estas entidades como brazos continuadores de la actividad social del Estado, y cuestiona si no habría perjuicio alguno en gravar fiscalmente a estas organizaciones del tercer sector, puesto que existe evidencia de su estrecho lazo con el sector empresarial a nivel estratégico y financiero, que incluso son utilizadas para fines mercantiles o para evadir cargas fiscales, por ejemplo al tercerizar la nómina (Ibarra-Baidón & Palos-Sosa, 2017; Villar, Butcher, Gandini, & Sordo, 2014); se sugiere continuar el estudio individualizado de estas organizaciones para mejorar su comprensión.

Referencias bibliográficas

- Ablanedo-Terrazas, I. (2009). *Las organizaciones de la sociedad civil en la legislación mexicana*. Washington, D.C.: United States Agency for International Development - USAID.
- Academia Mexicana de Ciencias. (2017). Academia Mexicana de Ciencias. Recuperado el 08 de julio de 2018, de http://amc.edu.mx/amc/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=79
- Acedo Ramírez, M. A. (2011). Fuentes de financiación de las entidades no lucrativas. En E. Raya Diez, *Herramientas para el diseño de proyectos sociales* (págs. 117-128). Logroño, España: Universidad de La Rioja. Servicio de Publicaciones.
- Barba, C. (2007). Qué aportamos en educación, inclusión social y construcción de ciudadanía. *Revista Española del Tercer Sector*, 185-189.
- Barba-Casillas, J. B. (2016). La libertad de enseñanza: un principio educativo innovador de la Constitución mexicana de 1857. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* Número 68, 60-69.
- Butcher, J. (2014). Tercer sector y desarrollo en México. En A. Girón, *Del "vivir bien" al "buen vivir" entre la economía feminista, la filantropía y la migración: hacia la búsqueda de alternativas* (págs. 91-112). Ciudad de México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Butcher, J., & Verduzco, G. (2016). *Acción voluntaria y voluntariado en México*. Ciudad de México: Fundación Telefónica México, S.A. de C.V.; Ediciones Culturales Paidós, S.A. de C.V.
- Canabellas De las Torres, G. (2003). *Diccionario Jurídico Elemental*. Buenos Aires: Heliasta.
- Caravedo, B. (2001). Desarrollo sostenible, ética, filantropía y responsabilidad social. En A. Vives, & E. Peinado-Vara, *La responsabilidad social de la empresa de América Latina* (págs. 29-44). Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Castañeda-Morales, L. F. (2013). Una mirada a las Organizaciones de la Sociedad Civil en México. Pertinencia de su estudio desde la Administración. Ciudad Universitaria, México: XIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática UNAM.
- CCPM. (2013). Entidades con Propósitos No Lucrativos. *Boletín de Investigación Comisión de Desarrollo Entidades Con Propósitos No Lucrativos* No. 6, 1-48.
- Cemefi. (16 de enero de 2015). Centro Mexicano para la Filantropía AC. Recuperado el 4 de julio de 2018, de Entorno Regulatorio de las Organizaciones de la Sociedad Civil en México: <http://148.240.65.99/altaircif/Doctoelectronico/12665.pdf>
- Cemefi. (2016). *Informe Anual Cemefi 2015 [resumen ejecutivo]*. México DF: Centro Mexicano para la Filantropía, A.C.
- Chávez-Becker, C., González-Ulloa, P., & Venegas-Maldonado, G. A. (2016). Retos, perspectivas y horizontes de las organizaciones de la sociedad civil en México. *Los caminos hacia una reforma de la LFFA-ROSC*. Ciudad de México: Instituto Belisario Domínguez del Senado.
- Chávez-Chávez, J. L. (2018). La planeación fiscal a través de las asociaciones civiles. *INCEPTUM*, Vol. XIII, No. 24, 3-22.
- Cordón-Aguilar, J. C. (2018). Democracia, pluralismo político y partidos políticos. *Revista de la Facultad de Derecho de México* Tomo LXVIII, Número 270, 151-173.
- Cortés-Moreno, L. A. (2002). PCGA aplicables a la 'Información Financiera' de entidades con carácter "No Lucrativo". México DF: Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A. C.
- Delgado-Guzmán, J. A., & Rivera-Cruz, I. (2013). Cooperativas de Ahorro y Préstamo en México: Regulación y Supervisión. En M. López Miranda, I. C. Espitia Moreno, P. Chávez Lugo, & G. A. Gutiérrez Carreón, *Gestión e Innovación en las Ciencias Administrativas y Contables* (págs. 1031-1039). Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Estrada, R. C. (2016). El tercer sector en México y su papel dentro de la consolidación de la democracia. Ciudad de México: Fundación Rafael Preciado Hernández A.C.
- Fernández-López, S. (2013). *Cómo gestionar la comunicación en organizaciones públicas y no lucrativas*. Bogotá: Narcea- Ediciones de la U.
- Fernández-Ruiz, J. (2017). *Régimen Jurídico Municipal, Delegacional y Metropolitano*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.
- Fuentes-Perdomo, J. (2007). Las organizaciones no lucrativas: necesidades de los usuarios de la información financiera. *Revista Española del Tercer Sector* No. 6, 91-118.
- Gallardo Neyra, M. d., & Fernández Paredes, J. A. (12 de octubre de 2004). La finalidad no lucrativa de las Asociaciones. Recuperado el 16 de abril de 2017, de Poder Judicial del Perú: <https://www.pj.gob.pe/wps/wcm/connect/7690548046d47506a34da344013c2be7/La+Finalidad+No+Lucrativa+d e+las+Asociaciones+C+5.++4.pdf>

- García-Tenorio, J., García-Merino, M. T., Pérez-Rodríguez, M. J., Sánchez-Quiroz, I., & Santos-Alvarez, M. V. (2006). *Organización y Dirección de Empresas*. Madrid: Thompson.
- Guardiño Martínez, A. (2015). Asociaciones Religiosas: ¿Entidades No Contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta? *Boletín Fiscal IEE*, 33-37.
- Gobierno del Estado de México. (2013). *Glosario de términos*. Toluca: Gobierno del Estado de México.
- Hudson, M. (2007). La gestión de las organizaciones no lucrativas. *Revista Española del Tercer Sector* n° 6, 121-143.
- Ibarra-Baidón, C., & Palos-Sosa, M. E. (2017). Reflexiones en torno al contexto organizacional y fiscal de los emprendimientos sociales en México. *Diagnóstico FACIL Empresarial* Año 9 - Núm. 17, 18-24.
- INDAABIN. (2014). *Glosario de términos*. México DF: Dirección General de Avalúos y Obras INDAABIN.
- INEGI. (2016). *Cuenta Satélite de las Instituciones Sin Fines de Lucro de México*. Ciudad de México: INEGI.
- INEGI. (14 de noviembre de 2016). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado el 16 de agosto de 2017, de PIB y cuentas Nacionales de México Instituciones sin Fines de Lucro: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/isfl/>
- Islas-Morales, P. F. (2014). Perspectivas de la ciencia como política de Estado: paralelismos entre México, España y Alemania. *Ciencias*, núm. 113-114, 136-147.
- López-Rey, J. A. (2007). La cultura de las organizaciones para el desarrollo: análisis macro y micro de un conflicto institucional. *Revista Española del Tercer Sector* n° 6, 15-35.
- Marquet-Guerrero, P. (2017). Las bases constitucionales del Derecho Mexicano del Trabajo. *Revista de la Facultad de Derecho de México* Tomo LXVII, Número 267, 283-309.
- Martínez-Franco, C. M., & Guzmán-Raja, I. (2014). Medida de la eficiencia en entidades no lucrativas: un estudio empírico para fundaciones asistenciales. *Spanish Accounting Review* 17 (1), 47-57.
- Mendoza-Guzmán, M., Díaz-de León, B. D., & Rivera-González, I. (2016). Discutiendo aportaciones de las sociedades cooperativas al desarrollo económico. En R. M. Velázquez Sánchez, A. L. Ramos Soto, & M. V. Hernández Luis, *Aspectos de Innovación y Desarrollo en las Organizaciones* (págs. 544-556). Oaxaca, México: Editorial Teccis SA.
- Moisés-Lechuga, P. (2004). *Partidos Políticos en México. Los sentimientos de la Nación*. Museo Legislativo. México DF: LIX Legislatura de la Cámara de Diputados.
- OECD. (2018). *Glossary*. En OECD, *Private Philanthropy for Development* (págs. 127-132). Paris: OECD Publishing.
- Olmado-Carranza, B. (2013). Crédito, Exclusión Financiera y Alternativas de Financiamiento para la Micro-empresa en México: Cooperativas de Ahorro y Uniones de. En M. López Miranda, I. C. Espitia Moreno, P. Chávez Lugo, & G. A. Gutiérrez Carreón, *Análisis Organizacional, Política Científica y Desarrollo Tecnológico* (págs. 954-965). Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- ONU. (2007). *Manual sobre las instituciones sin fines de lucro en el Sistema de Cuentas Nacionales*. Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas.
- Orozco Henríquez, J. d., & Vargas Baca, C. (2008). Regulación jurídica de los partidos políticos en México. En D. Zovatto, *Regulación jurídica de los partidos políticos en América Latina* (págs. 579-639). México DF: Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM, International IDEA.
- Palos-Sosa, M. E., & Méndez-Aguilar, E. (2011). Las organizaciones sin fines de lucro en México. Un análisis crítico sobre los actuales efectos de su gestión. En ACACIA, *Libro de Memorias del XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas* (págs. 1-14). Boca del Río, Veracruz: Academia de Ciencias Administrativas A.C. (ACACIA).
- Paz-Espinosa, E. (2015). La comunicación como una acción social efectiva en el desarrollo organizacional y asociativo de las organizaciones de la sociedad civil. En Cemefi, *Memorias del XV Congreso de investigación sobre el tercer sector* (págs. 572-589). Ciudad de México: Centro Mexicano para la Filantropía, A.C.
- Perales-Mejía, F. d., & Escobedo-Carrillo, M. M. (2016). La participación social en la educación: entre propuestas innovadoras y tradición educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* Vol. 18, Núm. 1, 69-81.
- Peralta-Varela, C. A. (2015). Entre la asistencia y la incidencia; la experiencia de la Red Espiral en la gestión de la Ley de Fomento y Participación de la Sociedad Civil en Jalisco. En Cemefi, *Memorias XV Congreso* (págs. 705-733). Ciudad de México: Centro Mexicano para la Filantropía, A.C.
- Pérez-Cervantes, F., Biese-Decker, W. A., Cortés-Moreno, L. A., García-Bojorges, E. B., & Gras-Gas, J. M. (2017). *Normas de Información Financiera*. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Ramírez Valenzuela, A. (2006). *Introducción al Derecho Mercantil y Fiscal*. México DF: LIMUSA.
- Redondo Álvaro, F. L. (2008). Algunos rasgos de la Revolución Científica en el Siglo XVII. *Boletín. Instituto de Estudios Giennenses*, 565-599.
- Rodríguez-Cabrero, G. (2007). El sector no lucrativo en España. Una visión reciente. Bilbao: Fundación BBVA.
- Rodríguez-Jiménez, A., & Pérez-Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Escuela de Administración y Negocios* No. 82, 179-200.

- Romero-Gonzaga, R. (2017). La participación social en educación como un derecho colectivo. Congreso Nacional de Investigación Educativa, 1-12.
- Rosiles-López, L., Macías-Terán, C. E., Pérez-Alcalá, S., León-Prieto, J. C., & González-Núñez, R. (2016). Legalidad de la Reforma Fiscal Para Sociedades y Asociaciones Civiles Dedicadas a la enseñanza, Efecto en Su Competitividad Operativa. *Revista Global de Negocios* Vol 4 Núm. 3, 31-42.
- Salamon, L. M., Villalobos, J., Sokolowski, S. W., Haddock, M., Cortés, L., & Martínez, C. (2012). *El sector no lucrativo mexicano en el contexto comparativo*. Baltimore: Centro de Estudios de la Sociedad Civil de la Johns Hopkins University & Cemefi.
- Sánchez-Flores, J., Porras-Zárate, I., Porras-Zárate, S., & González-Sánchez, J. (2017). La Seguridad Social en las Sociedades Cooperativas. En M. G. Peguero Rodríguez, *Retos y oportunidades de la normatividad contable internacional para el ejercicio de la Contaduría Pública* (págs. 350-357). Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Sánchez-Limón, M. L. (2011). *Acumulación, socialización y derramas tecnológicas de corporativos extranjeros en México*. México: Pearson Educación.
- Secretaría de Gobernación. (2011). *Principales preguntas de las Asociaciones Religiosas*. México: Dirección General de Asociaciones Religiosas.
- Sedesol. (2015). *Glosario de términos y definiciones en materia de desarrollo social*. Veracruz: Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Veracruz.
- Serrano-Heredia, J. R., & Rodríguez-Perez, A. (2013). La Sociedad de Solidaridad Social, una Alternativa de Financiamiento para el Desarrollo de las Regiones Aplicables a la Actividad Agrícola, Ganadera, Pesquera y de Silvicultura (AGAPES) con Respecto a Sociedades más Comunes. En M. López Miranda, I. C. Espitia Moreno, P. Chávez Lugo, & G. C. Adolfo, *Análisis Organizacional, Política Científica y Desarrollo Tecnológico* (págs. 751-757). Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Simental-Franco, A. J. (2015). Análisis comparativo de los regímenes jurídicos de la economía social de España y México vigentes. En C. M. Filantropía, *Memorias del XV Congreso de investigación sobre el Tercer Sector* (págs. 237-275). México DF: Cemefi.
- Soldevila, P., & Cordobés, M. (2012). La gestión en las Entidades No Lucrativas: Aspectos distintivos. *Revista de Contabilidad y Dirección* Vol. 14, 11-50.
- Suárez-Noriega, J. M. (2015). En busca de la liberta auto-organizada: emprendimiento juvenil. En C. M. Filantropía, *Memorias del XV Congreso de Investigación sobre el Tercer Sector* (págs. 806-827). México DF: Cemefi.
- Torres-Arévalo, L. E., Porras-Zárate, S., & López-Amezcuca, J. E. (2014). Las sociedades cooperativas, modelo de desarrollo en la economía social solidaria. *Diagnóstico FACIL Empresarial* Año 6 No. 11, 30-39.
- Valdez-Méndez, S. F. (2015). Fomento de la actividad física en México. Una política pública inacabada. *Gestión y Política Pública*, 27-54.
- Villar, R., Butcher, J., Gandini, L., & Sordo, S. (2014). *Fundaciones empresariales en México: un estudio exploratorio*. Ciudad de México: Centro de Investigación y Estudios sobre Sociedad Civil, A.C.
- Vottero, N. (2015). *Tratamiento tributario de las entidades sin fines de lucro*. Córdoba, Argentina: Tesis de grado: Universidad Nacional de Córdoba.
- Xhafa, E. (2014). Los sindicatos y la desigualdad económica. Perspectivas, políticas y estrategias. En O. I. Trabajo, *Boletín Internacional de Investigación Sindical. El desafío de las desigualdades* (págs. 41-64). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Zaragoza-Quintana, E. P., MacSwiney-González, M. C., & Hernández-Betancourt, S. F. (2015). La conservación de la biodiversidad en las tierras privadas de México. *Ciencia UANL AÑO 18, No. 75, 9-14*.

Ava Cient

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2016

Año 1 Núm. 1

JULIO-DICIEMBRE 2016

ISSN: EN TRÁMITE

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación.



Revista Empresa



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Contenido

- 1.- La educación a distancia, una opción para el desarrollo laboral y cultural. Luz María González Barragán, Ricardo Aguilar y Angulo. 4
- 2.- Adecuación del Modelo Educativo de formación y tecnología mediante redes de conocimiento. Salvador Felipe Espinet Vázquez, María Elena Sánchez Gutiérrez. 9
- 3.- Comportamiento Aerodinámico de los muros de la Casa Maya. Víctor Antonio Chulin Tec, Mauricio Gamboa Marrufo. 20
- 4.- Credit risk: Peruvian banking sector. Edmundo R. Lizazaburu, Gabriela Barriga Ampuero. 39
- 5.- La noche de las Estrellas Quintana Roo; una ventana a la ciencia. María Norma Palacios Ramírez, Joel Omar Yam Gamboa. 54
- 6.- La facturación por ventas a crédito. Mario Arturo Selem Salinas, Jorge Ortega Valdez, Robert Beltrán López, Deysi del Rocío Espinoza Crisanto. 64
- 7.- Consideraciones en la aplicación de la Planeación Estratégica. Ricardo Aguilar y Angulo, Luz María González Barragán. 68
- 8.- El impacto de las facultades del SAT en los Derechos Humanos de las pequeñas y medianas empresas. Manuel Alberto Canul Sulub, Perla Verónica Mora López. 74
- 9.- Estructuras modulares para reforestación de manglar en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. Guadalupe del Rocío Ramírez Rocha, Caribell Yuridia López, María Josefina Aguilar Leo. 76
- 10.- Efectividad de liderazgo situacional de los directores de proyectos en una compañía de desarrollo de tecnología e implementación. José David Crocker Fuentes. 84
- 11.- Principales obstáculos que frenan el desarrollo en Latinoamérica. Eustacio Díaz Rodríguez, Luis Ernesto Rosado Cepeda, José Manuel Meneses Domingo. 86

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA DERIVADA: BASADO MARZANO Y KENDALL

Lorena Antonia Guadalupe Puc Ortiz¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 27/08/2019 Aceptado: 30/03/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- En el marco de la matemática escolar, los profesores de matemática en bachillerato abordan desde diferente punto de vista la enseñanza de la derivada, puede analizarse desde la parte algebraica, la cual es la más frecuente, o desde el punto de vista gráfico, así como, en la resolución de problemas de aplicación, donde, en este último se presenta como el más complejo, ya que la comprensión para plantear la solución del problema se convierte en uno de los problemas de la enseñanza-aprendizaje del tema de derivadas. Este trabajo es una propuesta didáctica con base en la taxonomía de Marzano para la enseñanza-aprendizaje del tema de derivadas, que pueda servir de guía, a través del diseño de las actividades didácticas, se logre la comprensión del tema, así como favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: didáctica, derivada, taxonomía

DIDACTIC PROPOSAL FOR THE EDUCATION OF THE DERIVATIVE: BASED ON MARZANO AND KENDALL

Abstrac.- Within the framework of school mathematics, high school mathematics teachers approach the teaching of the derivative from a different point of view, it can be analyzed from the algebraic part, which is the most frequent, or from the graphic point of view, as well as , in the resolution of application problems, where, in the latter, it is presented as the most complex, since the understanding to propose the solution of the problem becomes one of the teaching-learning problems of the issue of derivatives. This work is a didactic proposal based on Marzano's taxonomy for teaching-learning of the topic of derivatives, which can serve as a guide, through the design of didactic activities, the understanding of the topic is achieved, as well as favoring the process Teaching-learning

Keywords: didactic, derivative, taxonomy.

Introducción

El cálculo, de acuerdo con Cuevas, Rodríguez y González (2014) es uno de los cursos con mayor índice de reprobación, alrededor del 70%, en las escuelas de ingeniería en México, según Sánchez-Matamoros (2008) la comprensión de la noción de derivada presenta dificultades para los estudiantes de bachillerato y primeros años de cálculo en la Universidad; por otra parte Artigue, Douady y Moreno (1995) menciona que, si bien se puede enseñar a los estudiantes a realizar de forma más o menos mecánica algunos cálculos de derivadas y primitivas y a resolver algunos problemas estándar, se encuentran grandes dificultades para hacerlos entrar en el campo del cálculo. Por otra parte Belli y Raventós, tomado de Ponce (2015) afirma que conocer la historia detrás del concepto de derivada ayuda a comprender dicho concepto; Barallobres (2016) afirma que las ciencias cognitivas emergen de una alianza de disciplinas que estudian las capacidades y los procesos mentales, partiendo de la hipótesis de existencia de una vida mental interna que permite explicar las transiciones entre la entrada y salida de la información, por lo que Gallardo (2009) especifica que la taxonomía de Marzano y Kendall parte de diferentes estudios sobre los procesos de pensamiento y dominio del conocimiento. Esta propuesta presenta ejemplos de la secuencia didáctica en la enseñanza del concepto de derivada en los niveles de dominio de conocimiento. Estos niveles se presentan a continuación acompañados de un ejemplo para la enseñanza de la derivada.

Propuesta metodológica

Se realiza una analogía con la taxonomía de Marzano y Kendall en la etapa de dominio del conocimiento con respecto al concepto de la derivada, dando ejemplos afines a la orientación de dicha taxonomía.

¹Lorena Antonia Guadalupe Puc Ortiz, Profesora de Tiempo Completo. Universidad de Quintana Roo, lorenapuc@uqroo.edu.mx (**Autor correspondiente**).

NIVEL: INFORMACIÓN (El qué)

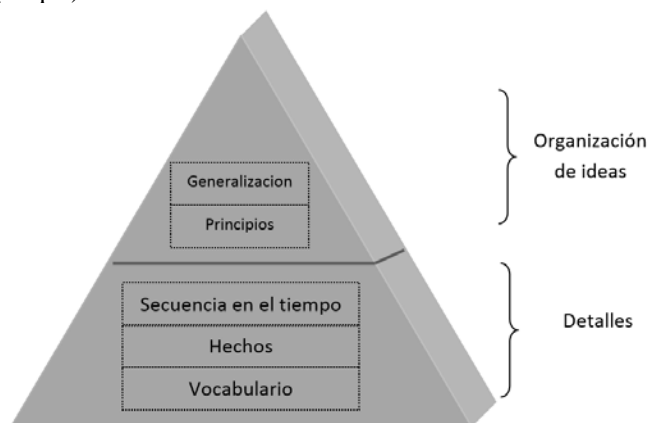


Figura 1. Componentes del dominio del conocimiento correspondiente a: **información**

Según Marzano (2015) los seres humanos almacenan el conocimiento declarativo en unidades denominadas proposiciones, dichas proposiciones son concebidas como las unidades más pequeñas de pensamiento que son almacenadas y pueden soportar afirmaciones separadas, tienen un sentido propio y pueden servir para elaborar un juicio, es decir, determinar si algo es verdadero o falso, la figura 1 muestra los aspectos que intervienen en la función permanente de la memoria, encargada de contener información y organización, Cisternas y Pinochet (2017).

De acuerdo con Turner (2015), cada explicación debe incluir únicamente los conceptos que son esenciales para esa explicación.

Vocabulario

Esta red proposicional se forma con base en las siguientes ideas:

“La derivada de una función es una medida de la rapidez con la que cambia el valor de dicha función matemática, según cambie el valor de su variable independiente” Ponce (pág. 7) Breve historia del concepto de derivada.

“La tasa instantánea de cambio se llama derivada” Demana, Waits, Foley y Kennedy (pág. 796) Precálculo, séptima edición.

“las pendientes de las rectas tangentes a la gráfica de una función revelan información valiosa acerca de los cambios en la propia función” Mett, Smith (pág. 128) Cálculo con aplicaciones, primera edición.

El concepto de derivada de una función matemática se halla íntimamente relacionado con la noción de límite. Así, la derivada se entiende como la variación que experimenta la función de forma instantánea, es decir, entre cada dos puntos de su dominio suficientemente próximos entre sí. La idea de instantaneidad que transmite la derivada posee múltiples aplicaciones en la descripción de los fenómenos científicos, tanto naturales como sociales, (Hiru Eus 2019).

En la figura 2 se presenta el ejemplo de red proposicional del concepto de derivada, basado en Marzano y Kendall (2007).

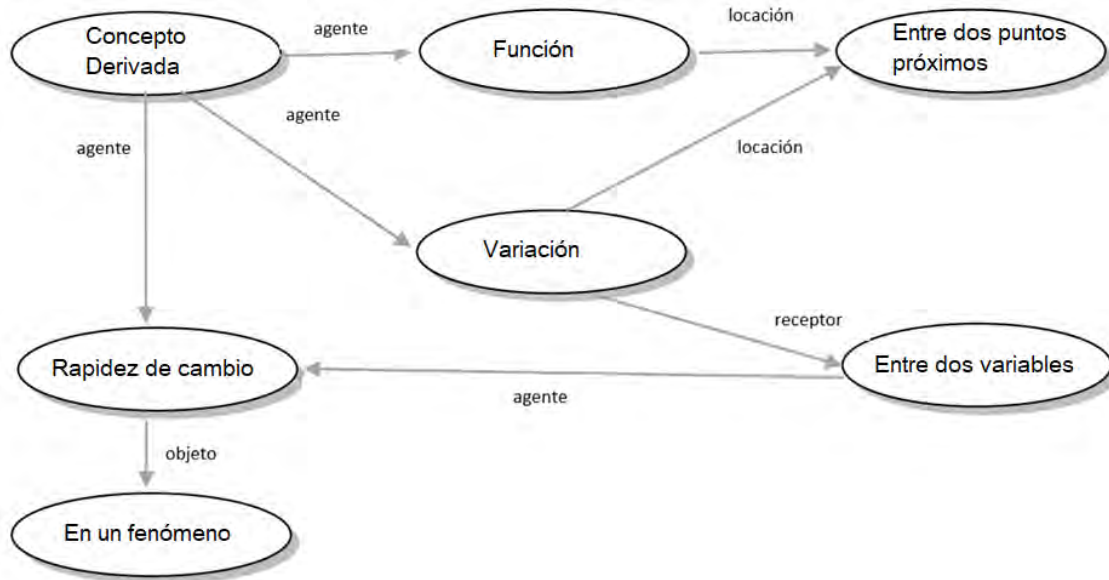


Figura 2. Ejemplo de red proposicional del concepto de derivada, basado en Marzano y Kendall (2007).

Hechos y secuencia en el tiempo

De acuerdo con Marzano y Kendall (2007), un hecho contiene información sobre personas, lugares, cosas y eventos de forma específica. Para el tema de derivadas, se podría decir que el *hecho* se refiere a ¿Cuál es el origen de la derivada? ¿cómo se estableció? Según Ponce (2008) históricamente, podemos describir cuatro etapas en el desarrollo del concepto de derivada. Primero la derivada se *utilizó*, después se *descubrió*, posteriormente se *exploró* y *desarrolló* y, finalmente, se definió. La importancia de explicar *cómo* es que se *descubrió* la derivada, es necesario para iniciar este tema, saber del pasado de las cosas hace que se interesen en el tema.

Galileo Galilei

Galileo experimentó con la gravedad haciendo rodar una bola hacia abajo en un plano inclinado y registrando su velocidad promedio como una función del tiempo transcurrido. Lo que Galileo descubrió haciendo rodar una bola hacia abajo de la rampa fue que la distancia recorrida era proporcional al cuadrado del tiempo transcurrido Demana, Waits, Foley y Kennedy (2007).

$$s = t^2$$

La gráfica de s como una función de $t \geq 0$ proporciona la mitad derecha de una parábola (figura 3)

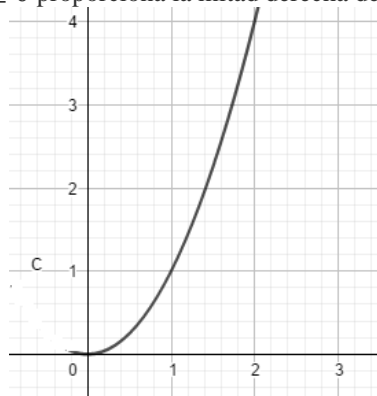


Figura 3. Gráfica de $s = t^2$

Para Galileo y otros científicos de su tiempo parecía obvio que la pendiente de la recta tangente era la respuesta largamente buscada a la pregunta de la velocidad instantánea. Ellos podían *verlo*, pero ¿cómo podían *calcularlo* sin dividir entre cero? “ése era el problema de la recta tangente”, que finalmente Newton y Leibniz resolvieron para funciones generales de formas ligeramente diferentes Demana, Waits, Foley y Kennedy (2007).

El desarrollo histórico de las matemáticas revela la creatividad de los matemáticos en su trabajo arduo y sinuoso. Por otra parte, es necesario usar la aproximación intuitiva de los límites para que el estudiante pueda comprender más el concepto de *tiende a cero*.

Generalizaciones y los principios

Por su parte las generalizaciones, según Marzano y Kendall (2007) se refieren a las características de clases o categorías. En cuanto a los principios, éstos son tipos específicos de generalizaciones que tienen que ver con las relaciones entre elementos. Hay dos tipos de principios en el campo de los conocimientos declarativos: (1) principios de causa-efecto y (2) principios de correlación. Los principios de causa-efecto son los principios que sostienen relaciones causales; se requiere comprender la secuencia de eventos, los elementos involucrados y la fuerza de la relación entre los elementos. Los principios de correlación, son principios que no necesariamente sostienen una relación causal natural, pero si un elemento del primer factor cambia, ocurren también cambios.

Después de conocer la historia del origen de la derivada, Galileo, Newton, Leibniz, entre otros. Se pasa a la definición formal del concepto de derivada.

Definición Velocidad instantánea

Si un objeto se mueve a lo largo de un eje coordenado con función de posición $f(t)$, entonces su **velocidad instantánea** en el instante c es

$$v = \lim_{h \rightarrow 0} v_{\text{prom}} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(c + h) - f(c)}{h}$$

siempre que el límite exista y no sea ∞ o $-\infty$.

Figura 4. Definición de velocidad instantánea, tomado de Purcell novena edición.

Definición Derivada

La **derivada** de una función f es otra función f' (léase “f prima”) cuyo valor en cualquier número x es

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x + h) - f(x)}{h}$$

Figura 5. Definición de velocidad instantánea, tomado de Purcell novena edición.

NIVEL: PROCEDIMIENTO MENTAL (El cómo)

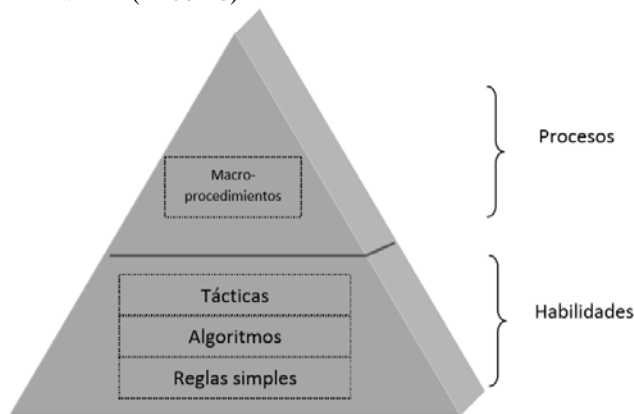


Figura 6. Componentes de dominio de conocimiento correspondiente a: Procedimientos mentales

Este dominio es también conocido como conocimientos procedimentales, para el conocimiento procedimental lo que se considera es el *cómo*. La forma de almacenarlo en la mente. Para el uso del conocimiento procedimental el cerebro

humano construye estructuras de tipo *si-entonces* denominadas producciones. (Anderson, 1983; en Marzano y Kendall, 2007).

Producciones para realizar restas multicolumnas

$$\begin{array}{r} 6454 \\ - 102 \\ \hline 6352 \end{array}$$

1a Si la tarea es realizar una resta multicolumnas	1b Entonces empieza por procesar la resta iniciando por la columna de la derecha
2a Si ya se dio una respuesta en la columna de la derecha y hay una segunda columna a la izquierda	2b Entonces continúa con el proceso en esa columna inmediata que se encuentra a la izquierda
3a Si al realizar la resta en esta columna no hay dígito o éste es 0 (cero)	3b Entonces copia el dígito original como la respuesta y así sucesivamente.

Figura 7. Ejemplificación de estructuras “si-entonces” a manera de producciones (basado en Marzano y Kendall, 2007).

Otro ejemplo de estructuras *si-entonces*, en educación básica se está enseñando el método de completar la decena. Este método no usa columnas, se realiza en un solo renglón, pero en dos partes, ejemplo:

$67 + 8 \rightarrow$ separar para completar el 67 a 70 \rightarrow $67 + 3$ $+5 \rightarrow 70 + 5 = 75$

1ª Si la tarea es sumar decenas y unidades	2b Entonces, tomo de las unidades lo que hace falta para completar la siguiente decena a 70
2ª Si ya se completó la siguiente decena	2b Entonces, sumo las unidades que quedaron a la decena

Figura 8. Ejemplificación de *si-entonces* a manera de producción (elaborado por la autora del artículo).

El concepto de derivada como una razón de cambio entre dos variables que vaya desde un fragmento $\Delta y / \Delta x$ hasta hacerse $\Delta x \approx 0$ se aproxime a cero, conocido como velocidad instantánea, es decir, el cambio instantáneo entre dos variables, se puede mostrar la gráfica de una función con una secante y una tangente a dicha función. Observar que la secante corta a la gráfica de la función en dos puntos, y, que al acercarse cada vez más esos dos puntos, se aproximan tanto que cuando $\Delta x \approx 0$ entonces la secante se convierte en tangente a un solo punto, es ahí donde el cambio entre dos variables se vuelve un cambio de forma instantánea.

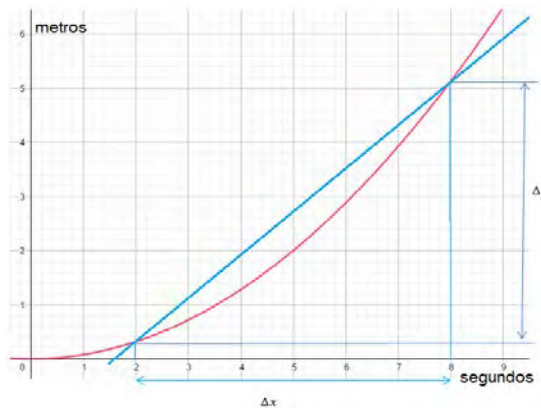


Figura 9. Secante entre dos puntos que representa $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ la razón de cambio $\frac{4.7m}{6s}$

Lo que representa la gráfica de la figura 9, es el cambio que se produjo entre el segundo 2 y el segundo 8 fue de 4.7 metros. Para conocer la razón de cambio se puede usar la ecuación de velocidad promedio

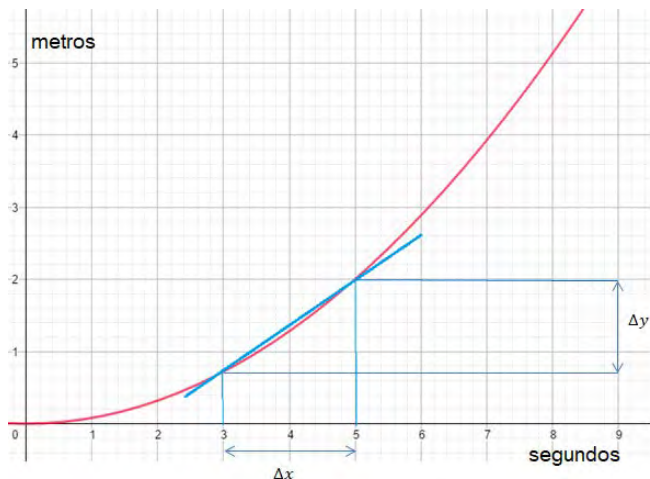


Figura 10. Secante entre dos puntos que representa $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ la razón de cambio $\frac{1.5m}{2s}$

Lo que representa la gráfica de la figura 10, es el cambio que se produjo entre el segundo 3 y el segundo 5 fue de 1.5 metros. Para conocer la razón de cambio se puede usar la ecuación de velocidad promedio.

Cuando la secante se convierte en una tangente, entonces se dice que se tiene el cambio instantáneo, la figura 11 muestra la tangente en el segundo 5.

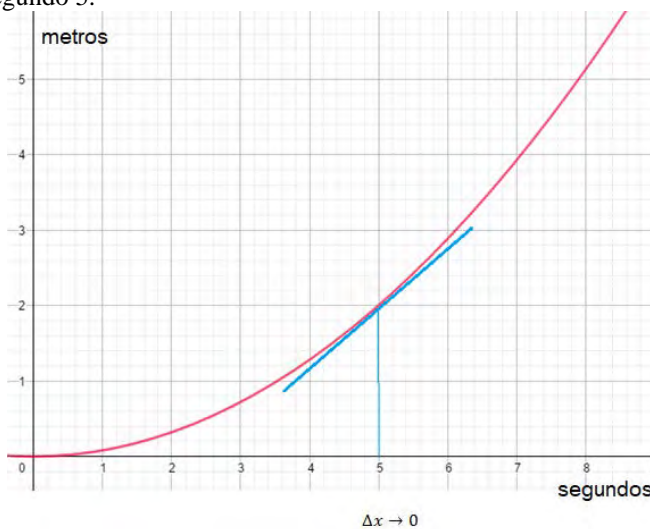


Figura 11. Tangente en el segundo 5, la razón de cambio es instantánea.

Para conocer la razón de cambio instantánea se debe usar la ecuación mostrada en la figura 5.

La regla simple para la derivada, estructura señalada por Marzano y Kendall (2007) de *si-entonces* se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Estructura de *si-entonces* de derivadas

1 ^a Si la tarea es conocer la razón de cambio entre dos puntos (secante).	2 ^a Entonces, utilizo la ecuación de velocidad media
2 ^a Si la tarea es conocer la razón de cambio en un punto (tangente), es decir, instantánea.	2 ^b Entonces, utilizo la ecuación de la figura 5.

El procedimiento denominado como macroprocedimientos por Marzano y Kendall (2007) señalan que, este procedimiento es altamente complejo, que requiere alguna forma de administración. El proceso de escritura puede

ser un claro ejemplo de un macroprocedimiento. En el caso de la derivada, es conveniente que los alumnos realicen un resumen del *por qué* y *cuándo* usar la ecuación de la velocidad media y la ecuación de la velocidad instantánea.

Díaz Barriga (2002), especifica que la elaboración de resúmenes autogenerados, la detección de conceptos claves e ideas tópico permite al alumno reflexionar y regular su proceso de aprendizaje. Según Duval (2000), los registros discursivos permiten describir, inferir, razonar, calcular, mientras que los registros no discursivos (gráficas, tablas, imágenes, entre otros) permiten visualizar lo que nunca es dado de manera visible.

En figura 12 se muestra el resumen de la tipología de conocimiento (procedimientos mentales), en ella se encuentra la jerarquización de cada nivel.

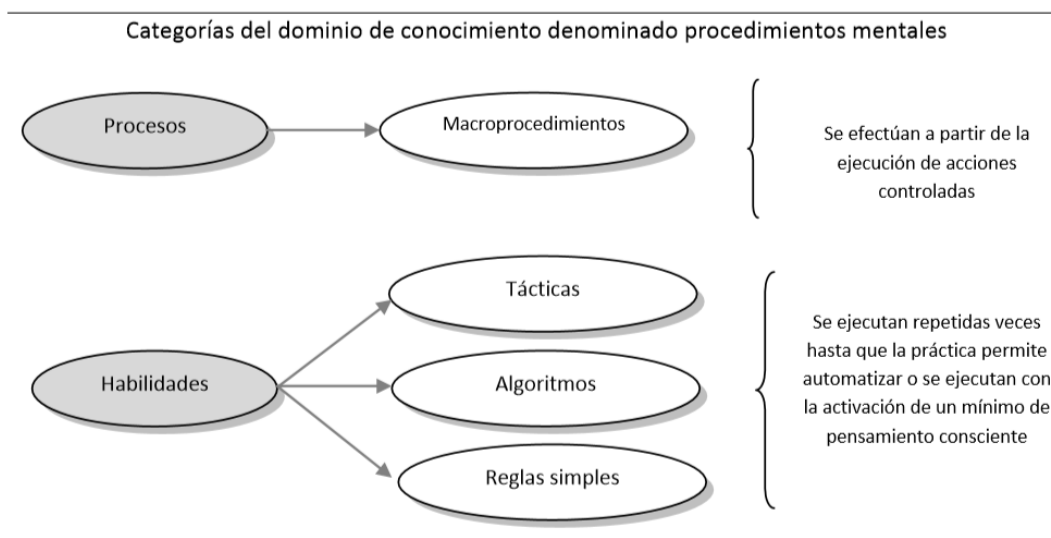


Figura 12. Resumen de las categorías que conforman los procedimientos mentales (basado en Marzano y Kendall, 2007).

NIVEL: PROCEDIMIENTOS PSICOMOTORES (La práctica)

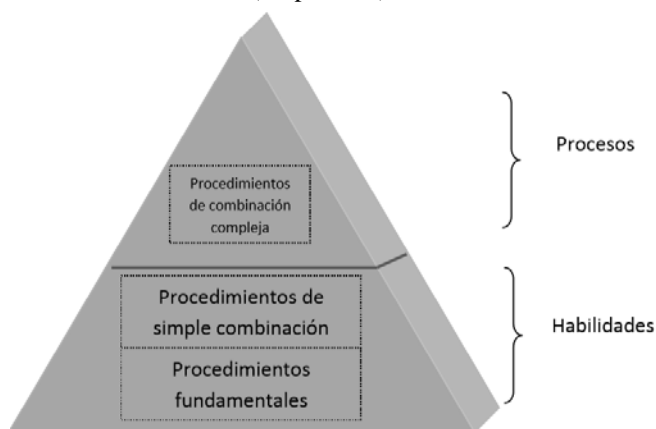


Figura 13. Componentes del dominio conocimiento correspondiente a: Procedimientos Psicomotores

Según Marzano y Kendall (2007), los procedimientos psicomotores son considerados un tipo de conocimiento por dos principales razones:

1. Se almacenan en la memoria como cualquier otro tipo de conocimiento mental, con base en la relación *si-entonces*.
2. El proceso para su aprendizaje es muy similar al de los procedimientos mentales:
 Primero se aprende como información durante el primer acercamiento a la práctica para luego ir tomando forma y finalmente se maneja a un nivel automático o casi automático.

En esta jerarquía se encuentran las habilidades que están compuestas por procedimientos físicos, según Lucea (1999), la motricidad y el aprendizaje se construyen como una certera combinación entre la praxis y el análisis

teórico en pro de afinar los conceptos y las ideas que se barajan en el conocimiento del amplio engranaje de las habilidades y destrezas motrices. En este nivel se trata de practicar procedimientos matemáticos, experimentos físicos de fenómenos que impliquen conocer el cambio instantáneo.

Resultados y discusión

La forma de enseñar de los profesores de matemáticas, es por lo general, repetir patrones, formas en que le enseñaron, es muy común que al término de la licenciatura se dedique a impartir clases sin haberse preparado en el área de la didáctica, la enseñanza tiene un proceso y el aprendizaje otro proceso aún más complejo. Los profesores frente a grupo requieren prepararse, conocer los procesos que involucra la enseñanza y también debe prepararse en el proceso de ¿cómo aprende un alumno? La preparación de una clase de matemáticas implica que se diseñe una actividad con varios procesos, para que lleven al alumno de menos a más en el proceso cognitivo, que lleven al alumno a tener que *necesitar* modelar una ecuación, que aprenda a observar patrones aritméticos porque después se llega al diseño de la expresión matemática. Según Brousseau (1986) un maestro debe introducir un nuevo conocimiento por un método de construcción conocido por el alumno, por su parte Hitt (2003) menciona que los problemas sobre la complejidad del concepto, que tienen algunos profesores, son transmitidos a sus alumnos. Por lo que un buen diseño de la actividad didáctica en el aprendizaje de las matemáticas está en función del aprendizaje efectivo del estudiante Márquez (2012).

Conclusión

En primer lugar, se utilizan solamente los niveles que Marzano y Kendall (2007) exponen como dominio de conocimiento, se utiliza como herramienta para la enseñanza de la derivada, y, por otra parte, los niveles de pensamiento (recuperación, comprensión, análisis, utilización del conocimiento, metacognición y sistema interno) no fueron abordados en esta propuesta.

Esta propuesta está clasificada en tres partes: a) *El qué*, se inicia con el registro discursivo, definiendo lo más puntual posible el concepto de la derivada, para después, abordar la historia de la derivada, desde dónde se inicia su utilización, su descubrimiento, cómo y quiénes la exploran y desarrollan hasta llegar a la generalización de velocidad media e instantánea. Continuando con b) *El cómo*, es el camino de la estructura didáctica, la forma en que se enseña por parte del docente, y apoyada en la escritura de lo que se aprende por parte del alumno, bajo las reglas de *si-entonces*. Terminando con c) *La práctica*, se refiere a la relación motricidad-aprendizaje a través de la práctica del procedimiento al utilizar las ecuaciones de la velocidad media e instantánea, el alumno irá desarrollando habilidades matemáticas. En la figura 14 se presenta la propuesta de la estructura didáctica para la enseñanza de la derivada, basada en el dominio de conocimiento de Marzano y Kendall (2007).

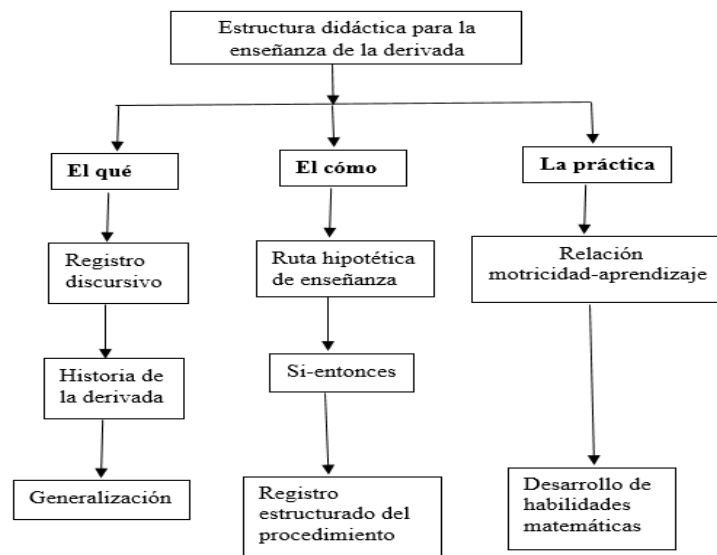


Figura 14. Propuesta de la estructura didáctica para la enseñanza de la derivada, basada en el dominio de conocimiento de Marzano y Kendall (2007).

Bibliografía

- Artigué, M., Douady, R., Moreno, L., & Gómez, P. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. *Ingeniería didáctica en educación matemática*, 1, 97-140.
- Barallobres, G. (2016). Diferentes interpretaciones de las dificultades de aprendizaje en matemática. *Educación matemática*, 28(1), 39-68.
- Belli, S., & Raventós, C. L. (2008). Breve historia de los videojuegos. *Athenea Digital. Revista de pensamiento e investigación social*, (14), 159-179.
- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. *Recherches en didactique des mathematiques*, 7(2), 33-115.
- Cuevas, C. A., Rodríguez, A., & González, O. (2014). Introducción al concepto de derivada de una función real con apoyo de las tecnologías digitales.
- Cisternas, M. Á., & Pinochet, S. V. (2017). Análisis conceptual de la taxonomía de Marzano y Kendall como marco de referencia para la evaluación de las intervenciones verbales de los estudiantes en clases. *Aportes desde la Universidad Católica Silva Henríquez*, 15.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Vol. 2). México: McGraw-Hill.
- Duval, R. (1999). *Semiósis y Pensamiento Humano*. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Grupo de Educación Matemática, 1999. Cali, Colombia.
- Duval, R. (2001). *Los Problemas Fundamentales en el Aprendizaje de las Matemáticas y las Formas Superiores en el Desarrollo Cognitivo*. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, 2001. Cali, Colombia.
- Gallardo, K. (2009). La Nueva Taxonomía de Marzano y Kendall: una alternativa para enriquecer el trabajo educativo desde su planeación. *Recuperado el*, 13.
- Gavilán Izquierdo, J. M. (2005). El papel del profesor en la enseñanza de la derivada. Análisis desde una perspectiva cognitiva.
- Giancoli, D. (2006). Física principios con aplicaciones. Sexta edición. Pearson educación. México.
- Hitt, F. (2003). El concepto de infinito: obstáculo en el aprendizaje de límite y continuidad de funciones. *Matemática educativa: Aspectos de la investigación actual*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lucea, J. D. (1999). *La enseñanza y aprendizaje de las habilidades y destrezas motrices básicas* (Vol. 133). Inde.
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (Eds.). (2006). *The new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press.
- Márquez, R. M. F. (2012). *El desarrollo del pensamiento matemático y la actividad docente*. Gedisa.
- Sánchez-Matamoros, G., García, M., & Llinares, S. (2008). La comprensión de la derivada como objeto de investigación en didáctica de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 267-296.
- Sara, A., Scardigli, M., Pustilnik, I., Cittadini, G., & Pano, C. O. (2006). Errores recurrentes en el aprendizaje del álgebra lineal y registros de representación semiótica. *Memorias de las XIII Jornadas de Investigación y Segundo Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur*, 320-323.
- Purcell, E. (2007). *Cálculo diferencial e integral*. Novena edición. Pearson educación. México.
- Vázquez, M. S., & del Rincón, T. O. (1998). El concepto de derivada: algunas indicaciones para su enseñanza. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (32), 87-115.
- El concepto de derivada. Recuperado de <https://www.hiru.eus/es/matematicas/derivada-de-una-funcion>



Contenido

1.1. Evaluación de estándares para el diseño arquitectónico: Hoteles en la zona baja de la ciudad de Chetumal.	8
1.2. Utilización de caucho reciclado en mezclas asfálticas para su aplicación en deterioros de pavimento flexible con agregado calizo en clima cálido subhúmedo.	16
1.3. Caracterización térmica de morteros de agregado calizo modificados con caucho.	23
1.4. Evaluación de la influencia de los materiales alternativos de construcción en muro y cubierta en el confort higrotérmico de una vivienda de interés social en un clima cálido subhúmedo.	34
1.5. Adaptabilidad, análisis y determinación de la vegetación endémica para azoteas verdes en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.	44
1.6. Eficiencia, accesibilidad y componentes de los sistemas de enfriamiento natural para regiones cálido húmedas.	52
1.7. Análisis del efecto de la isla de calor urbana en el confort de las edificaciones. Caso de estudio: Tulum, Quintana Roo.	66
1.8. Nivel de sustentabilidad en viviendas construidas por el Fondo de Desastres Naturales en Yaxunáh, Yucatán.	76
2.1. Deterioro de los edificios de concreto en el Instituto Tecnológico de Chetumal: Evaluación por durabilidad y opciones de reparación.	84
2.2. Evaluación a largo plazo de las condiciones físicas y estructurales de un módulo de vivienda de concreto y reciclado.	93
2.3. Clasificación de exposición ambiental en Chetumal para efectos de diseño y construcción por durabilidad.	99
2.4. Estudio de las propiedades físico-mecánicas de morteros de cal con adicciones de resinas naturales, para su uso en la restauración arqueológica.	112
2.5. Criterios para la determinación analítica del bienestar térmico en espacios interiores.	124
2.6. Propiedades mecánicas de un composito base cemento con adicciones de nanopartículas de alúmina.	134
2.7. Propuesta preliminar para la reducción de la cantidad de cemento en el diseño de mezclas de concretos con agregados calizos en clima cálido subhúmedo.	142
2.8. Elaboración del diseño del molde y la mezcla para la elaboración de un bloque hueco elaborado con cemento, sascab, arena y gravilla adicionado con triturado fino de PET.	150
2.9. Aplicación de NiO como material anódico en ventanas electrocromicas para reducción calorífica en edificios inteligentes.	162
2.10. Determinación y comparación de propiedades mecánicas en trozas a diferentes alturas del árbol <i>Lysiloma Latisiliquum</i> .	170
3.1. Aplicación del modelo de la industria del multinivel en la administración de proyectos de construcción.	184
3.2. Capital humano y estructural en las empresas constructoras del Estado de Yucatán.	194
3.3. Evaluación de la productividad obrera en la construcción de vivienda masiva.	204
3.4. Análisis costo-beneficio de los subsistemas de captación y revalorización de los residuos de construcción y demolición en Chetumal y su área metropolitana.	215
3.5. Costos paramétricos para la estimación del techo presupuestal de obras constructivas en el Estado de Quintana Roo.	220
3.6. Costo de la construcción de la vivienda de interés social vertical asociado a su localización: Caso Chetumal, Quintana Roo.	231

EVALUACIÓN DEL ESFUERZO FISCAL DEL ESTADO DE JALISCO DE 2013 A 2018

Lizette Rivera Lima¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 28/02/2020

Aceptado: 22/03/2020

Publicado: 12/06/2020

Resumen.- La investigación tiene como objetivo evaluar el esfuerzo fiscal de la hacienda del Estado de Jalisco de 2013 a 2018. El enfoque es cuantitativo, se empleó el Índice del Uso de la Potencialidad Fiscal aplicado mediante la técnica de investigación documental a través de datos oficiales. La relevancia del tema consiste en presentar elementos para la estimación y evaluación del esfuerzo fiscal de la hacienda local y aportar elementos metodológicos para fortalecer la recaudación estatal. El trabajo incluye la revisión de la literatura, materiales y métodos, resultados, discusión y conclusiones. Los resultados arrojaron que de 2013 a 2018, la eficiencia recaudatoria no tuvo una tendencia consistente al alza durante todo el periodo; la eficiencia aumentó de 2013 a 2016 pero de 2017 a 2018 disminuyó. Las conclusiones sugieren que la eficiencia recaudatoria de la entidad federativa es alta cuando se encuentra en los planes de desarrollo estatales y disminuye cuando desaparecen los objetivos, estrategias e indicadores relacionados al desempeño de la hacienda local.

Palabras clave: Potencialidad fiscal, esfuerzo fiscal, Plan Estatal de Desarrollo, impuesto sobre nóminas.

FISCAL EFFORT EVALUATION OF THE STATE OF JALISCO FROM 2013 TO 2018

Abstract.- This research aims to evaluate the fiscal efficiency of the state tax administration office in Jalisco from 2013 to 2018. The approach of the work is quantitative; the Tax Potential Use Index was applied using the documentary research technique through official data. The relevance of the topic is to present elements for the estimation and evaluation of the fiscal effort of the local administration and to provide methodological elements to strengthen state collection. This work includes literature review, materials and methods, results, discussion and conclusions. Research results showed that state tax collection efficiency did not have a consistent upward trend from 2013 to 2018; given that local tax efficiency increased from 2013 to 2016, but it decreased from 2017 to 2018. Study conclusions suggest that state collection efficiency is high when contained in local development plans while it decreases when objectives, strategies and indicators related to the local tax administration are erased therein.

Keywords: Tax potential, tax effort, State Development Plan, payroll tax.

Introducción

A partir de 1978, las entidades federativas de México aceptaron ceder parte de su potestad tributaria a la federación para posteriormente recibir tales recursos a través de transferencias, esto trajo como consecuencia una dependencia negativa a los ingresos federales (Bonet & Rueda, 2012; Bueno Cevada, Nezahuatl Méndez & Sánchez Gómez, 2017) y constituyó un problema de las finanzas públicas como lo evidencia el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND).

Para patentizar esta fuerte dependencia, los ingresos del Estado de Jalisco provenientes de la captación directa de 2006 a 2012 representaron en promedio el 7.4% de los ingresos estatales (Gobierno del Estado de Jalisco, 2013) lo cual significó que el resto de los recursos (92.6%) provino de la federación a través de transferencias o de la contratación de deuda; la mayor captación directa del Estado fue del 8.6% en 2012 y la menor supuso el 5.9% en 2009.

Esta situación en la hacienda local se reflejó como un problema en el Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2030 (PED), recordando que mientras que el PND permite orientar las políticas públicas del gobierno federal, el Plan de Estatal de Desarrollo de una entidad tiene como finalidad establecer los objetivos generales, directrices, estrategias y líneas de acción a seguir por el gobierno para promover el desarrollo de la entidad tanto a corto, como mediano y largo plazo (Gobierno del Estado de Jalisco, 2017).

¹ Lizette Rivera Lima, lizette_95@hotmail.com, Universidad de Guadalajara. (Autor corresponsal).

Igualmente, el indicador de mejora para esta área de oportunidad consistió en los “ingresos provenientes de captación directa con respecto del total” teniendo como unidad de medida el porcentaje. La línea base que tomó en consideración el PED fue de 8.61% de los ingresos recaudados directamente, fijando como meta a 2015 el 9.13%, el 10% para 2018 y el 15% para 2030, señalando que la tendencia deseable para alcanzarlo debía ser ascendente (Gobierno del Estado de Jalisco, 2013, p. 663). Lo anterior, implicó que el fortalecimiento de la capacidad fiscal de la hacienda del Estado de Jalisco conforme al PED, requería *ceteris paribus* el crecimiento sostenido y progresivo de los ingresos recaudados directamente por el Estado.

Bajo esta problemática, el objetivo de la investigación fue evaluar el esfuerzo fiscal de la hacienda del Estado de Jalisco de 2012 a 2018 conforme al PED a través del Impuesto Sobre Nóminas (ISN); se eligió este impuesto ya que, es el principal ingreso tributario de las entidades federativas mexicanas, incluyendo Jalisco (Instituto Mexicano para la Competitividad A.C., 2010; Bonet & Rueda, 2012; Rivera Lima, Santana Duarte & Lizarraga Valconce, 2019) y como mencionan en particular los autores Bonet & Rueda (2012), es a través del principal ingreso tributario estatal que se puede medir el potencial y esfuerzo tributario de cada entidad.

Por lo anterior, la estrategia de investigación consistió en la construcción del Índice del Uso de la Potencialidad Fiscal aplicado mediante la técnica de investigación documental a través de datos oficiales bajo la pregunta de investigación: ¿cómo fue el esfuerzo fiscal del Estado de Jalisco en la recaudación del ISN de 2013 a 2018 en relación con el PED?

De igual forma, conforme a lo establecido en el PED (Gobierno del Estado de Jalisco, 2013) que plantea la tendencia ascendente de los ingresos estatales provenientes de la captación directa con respecto del total como indicador de fortalecimiento de la hacienda local, se partió de la hipótesis:

H₁. El esfuerzo fiscal de la autoridad hacendaria de Jalisco mantuvo una tendencia ascendente de 2013 a 2018 conforme a lo establecido en el PED.

H₀. El esfuerzo fiscal de la autoridad hacendaria de Jalisco no mantuvo una tendencia ascendente de 2013 a 2018 conforme a lo establecido en el PED.

Debe destacarse que en la actualización del PED el 20 de octubre de 2016 (Gobierno del Estado de Jalisco, 2016), si bien se sigue plasmando en el documento la necesidad de fortalecer la hacienda pública local (p. 372-375), ya no se incluyeron objetivos, estrategias o indicadores para llevarlo a cabo.

La relevancia del tema consiste en presentar elementos para la estimación y evaluación del esfuerzo fiscal de la hacienda local de Jalisco, a la vez que se aportan elementos metodológicos para fortalecer la recaudación estatal pues mientras más cercana sea la eficiencia recaudatoria a la capacidad fiscal, el Estado contará con mayores recursos para proveer los bienes y servicios a su cargo en favor de los gobernados.

Asimismo, la pertinencia de medir el esfuerzo fiscal la señalan Ramírez-Rodríguez & Erquizio-Espinal (2017) al expresar que “contribuye a la discusión y análisis de la reforma fiscal con sentido federalista en México”. Por lo anterior, las implicaciones de la investigación conllevan la formulación de la política hacendaria y la formulación de las estrategias de recaudación de los gobiernos subnacionales pues se abordan estos elementos a partir del Plan Estatal de Desarrollo.

El documento se dividió en seis apartados incluyendo esta introducción como primera parte del trabajo. El segundo apartado aborda la revisión de la literatura conforme a las teorías relacionados con el esfuerzo fiscal y la potencialidad fiscal. La tercera parte comprende los materiales y métodos del estudio por lo que en este apartado se explica la metodología, el modelo de Índice del Uso de Potencialidad Fiscal (IUPF) para posteriormente aplicarlo al caso particular del ISN, así como la fuente de los datos usados.

Por otro lado, los resultados y la discusión se describen en la cuarta sección del trabajo, mientras que la quinta parte contiene las conclusiones, así como también las limitantes del estudio y futuras líneas de investigación. Finalmente, se complementa el estudio con las referencias bibliográficas.

Revisión de la literatura

El federalismo fiscal y el rezago de las haciendas locales en México

La potestad tributaria de las entidades federativas tiene su base en la teoría del federalismo fiscal, esta teoría fusiona la teoría económica y la teoría política (Trillo & Rojo, 2006) mediante la cual los Estados otorgan parte de su potestad tributaria a la federación a cambio de obtener transferencias de los montos recaudados (Bonet & Rueda, 2011; 2012) repartiendo de esta forma las responsabilidades de recaudación de acuerdo a los órdenes de gobierno para tener una distribución óptima de los recursos; (Platas, 2014). No obstante, debe señalarse que esto no siempre ha sucedido pues la federación ha demostrado ser más eficiente en la recaudación (Sobarzo, 2004; Trillo & Rojo, 2006).

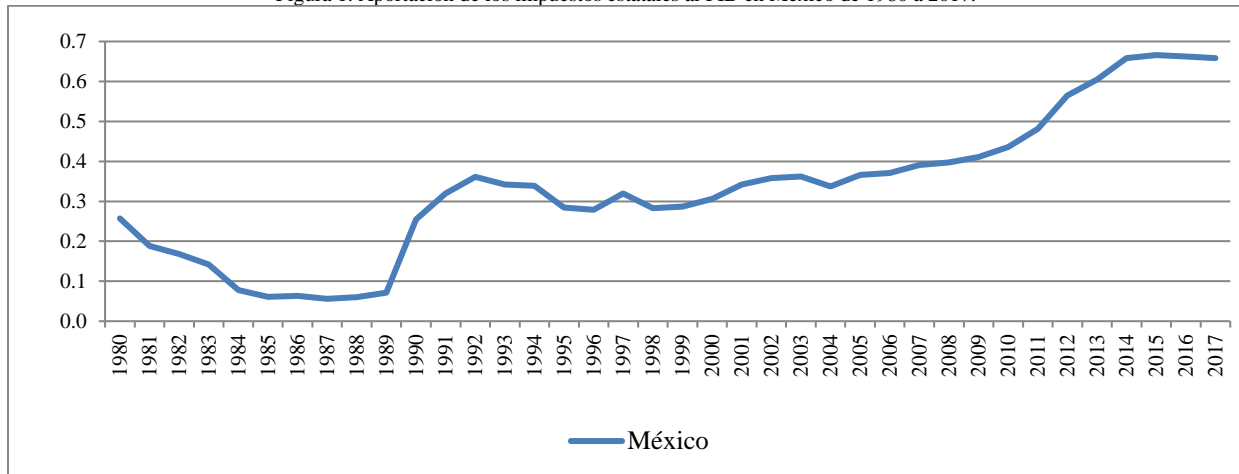
En 1978, la creación del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF) tuvo como consecuencia la cesión de la potestad tributaria de las entidades federativas a favor de la federación en materia de impuestos (Bonet & Rueda, 2012; Bueno Cevada, Nezahuatl Méndez & Sánchez Gómez, 2017); sin embargo, esta descentralización ocasionó asimetrías a nivel local en el desarrollo tanto económico como de capacidades administrativas de las haciendas estatales y municipales (Romo de Vivar Mercadillo & Gómez Monge, 2016).

Como consecuencia, la potestad tributaria de las entidades comprendió impuestos relativos al hospedaje, las nóminas, las loterías, rifas, concursos y similares, la tenencia o uso de vehículos así como impuestos adicionales (Cabrera & Lozano-Cortés, 2008, p. 21), de esta forma, la recaudación del ISN se convirtió en una de las limitadas atribuciones de las entidades federativas para obtener recursos destinados al gasto público (Sobarzo, 1999; 2005).

En este contexto, el PND diagnosticó la baja recaudación estatal y municipal como un problema relacionado con la productividad y finanzas públicas (p. 74), y estableció como una estrategia de fortalecimiento del sector público el “revisar el marco del federalismo fiscal para fortalecer las finanzas públicas de las entidades federativas y municipios” (p. 131).

Esta dependencia de las entidades a los ingresos federales se ha abordado en su mayoría a partir de la dependencia a las transferencias y la reforma del sistema fiscal federal (Merino, 2000; Trillo & Rabling, 2007; Bueno Cevada, Nezahuatl Méndez & Sánchez Gómez, 2017; Rossignolo, 2017) y, en menor medida se ha estudiado el desempeño de las haciendas locales y formas de cómo potenciarlas (Sobarzo, 2006; Romo de Vivar Mercadillo & Gómez Monge, 2016; Sour Vargas, 2017). Así, la aportación de la recaudación estatal al Producto Interno Bruto (PIB) del país ha sido históricamente baja (figura 1), de aportar el .02% del PIB en 1980, ha ido hasta casi contribuir al 0.07% del PIB desde 2014 (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2020).

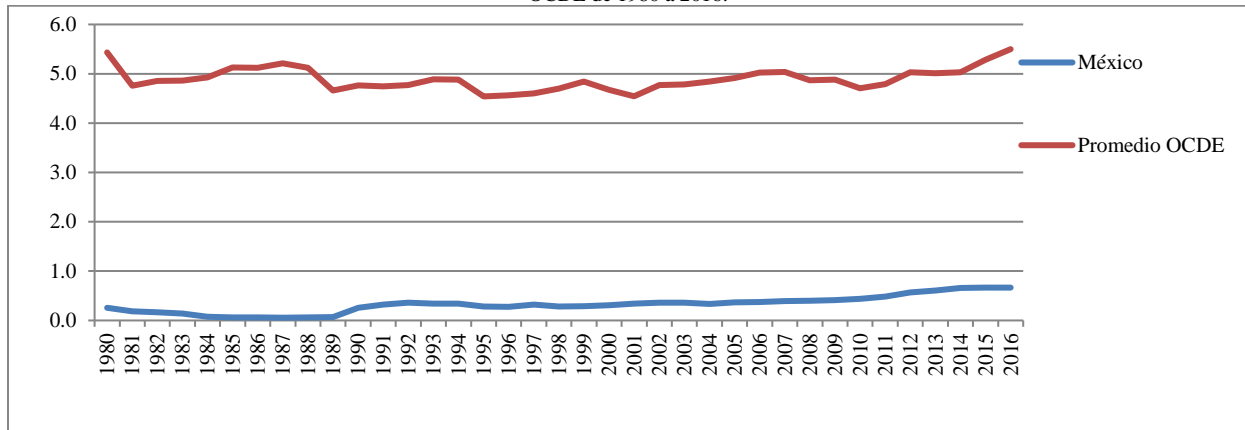
Figura 1. Aportación de los impuestos estatales al PIB en México de 1980 a 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2020).

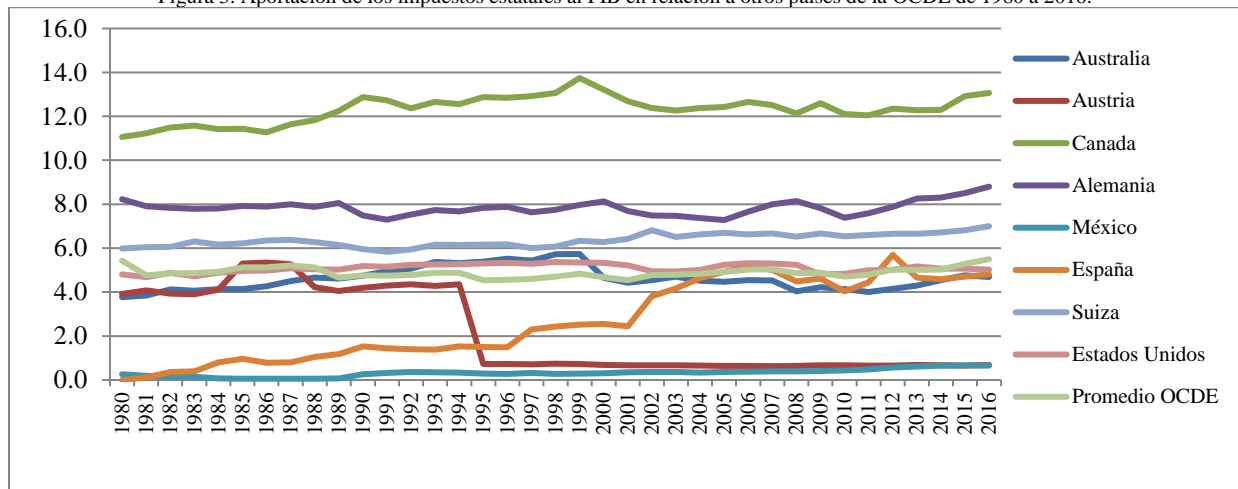
Este fenómeno ha sido explicado por los investigadores con base a la teoría denominada *flying paper effect*, la cual explica que las transferencias federales tienen el mismo efecto en el gasto local que el incremento que tendría el ingreso (Rosen, 2008; Sour, 2013). Incluso, al comparar estas cifras con otros países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017), la recaudación de México ha sido menor (figura 2 y 3), pues su máximo ha representado sólo el 0.07% del PIB en 2016, en contra de la media de 5% del PIB de los países de la OCDE.

Figura 2. Comparación de las aportaciones de los impuestos estatales al PIB de México respecto a la aportación promedio de los países de la OCDE de 1980 a 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017).

Figura 3. Aportación de los impuestos estatales al PIB en relación a otros países de la OCDE de 1980 a 2016.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2017).

Lo anterior, evidencia por un lado la importancia que tienen las haciendas estatales para aportar recursos al PIB del país y por otro, manifiesta el potencial que puede llegar a tener la recaudación de un Estado para el país cuando es eficiente.

Capacidad fiscal y eficiencia recaudatoria

La capacidad fiscal o también denominada recaudación potencial, potencial recaudatorio o recaudación fiscal potencial (Sobarzo, 2006; Platas, 2014; Guillermo & Vargas, 2016) se refiere al monto que puede obtener un gobierno en su territorio con base en la norma y a los mecanismos recaudatorios que está incluye (Guillermo & Vargas, 2016).

La recaudación potencial o recaudación fiscal potencial, está relacionada con el esfuerzo fiscal también llamado eficiencia recaudatoria (Platas, 2004) o esfuerzo recaudatorio (Pérez, 2018), el cual es la recaudación efectiva, entendida esta como aquella que realmente percibió como ingreso el Estado en relación al potencial recaudatorio (López & Castellanos, 2002).

En general, la historia demuestra que el sistema federal mexicano de recaudación ha sido más eficiente que los sistemas de recaudación locales (Sobarzo, 2004; Trillo & Rojo, 2006). En los últimos años, el aumento de la

eficiencia recaudatoria en nuestro país a nivel federal, se debe a la adopción del modelo de indicadores de eficiencia del Sistema de Administración Tributaria que incluye indicadores estratégicos y de gestión calculados anualmente (Samaniego Breach, Morales Bañuelos, & Bettinger, 2009).

Sobre este aspecto, Mendoza (2019) estima que las transferencias derivadas del Sistema de Coordinación Fiscal (SCF) de México afectan el esfuerzo fiscal de las entidades de forma negativa puesto que desincentivan la captación de ingresos propios de las entidades.

De forma similar, se debe señalar que la Unión Europea cuenta con marco de referencia específico para la evaluación de la administración tributaria de los países que tiene como objetivo establecer las bases para medir el desempeño de las mismas, midiendo la eficiencia y efectividad de la estructura así como la organización del sistema de administración tributaria (European Commission, 2007); este esquema permite detectar fallos en la recaudación a partir de la norma, el proceso de recaudación y en la estructura administrativa.

Por último, se debe notar que los estudios que versan sobre el desempeño de la capacidad fiscal y la eficiencia recaudatoria de las haciendas subnacionales en México han tenido en su mayoría como objeto de estudio el ámbito municipal, a pesar de que la hacienda estatal cuenta con mayor autonomía y atribuciones recaudatorias que el municipio (Sour Vargas, 2017).

Materiales y métodos

Enfoque y metodología

El enfoque de la investigación fue cuantitativo porque se mide el fenómeno con alcance explicativo, dado que se analiza la relación entre el PED (causa) y el esfuerzo fiscal (efecto) a través del ISN. Para realizar el estudio, el primer paso fue la recolección de la información y datos conforme al objeto de estudio; posteriormente, se catalogó la información respecto a la base legal y los datos empíricos.

Se debe notar que en el PED no se hace mención sobre cómo medir los ingresos recaudados directamente por la entidad; es decir, si se miden a precios constantes, a precios corrientes, como ingresos estimados en ley, ingresos de la cuenta pública entre otros; por lo cual, para esta investigación, se toma solamente la tendencia ascendente o al alza en la recaudación respecto al periodo observado como indicador de mejoría del esfuerzo fiscal.

Consecutivamente, se eligió el modelo a seguir, en este caso, el Índice del Uso de Potencialidad Fiscal (IUPF) el cual se basa en la relación de la estimación de la recaudación efectiva respecto de la estimación de la recaudación potencial para determinar el esfuerzo fiscal (Sobarzo, 2006; Pérez, 2018) aplicada mediante la técnica de investigación documental a través de datos oficiales. Por lo anterior, debido a que la estimación de la recaudación potencial requiere la identificación de la causa del ingreso para establecer la base, se estudiaron los ingresos del Estado de Jalisco durante el periodo observado para usar un solo ingreso como estimador de la eficiencia puesto que se requiere conocer la base gravable para llevar a cabo la estimación.

Así, se observó que los ingresos captados directamente por la entidad son impuestos, aprovechamientos, derechos y productos; de entre estos, solamente en lo que toca a la recaudación de impuestos, se tiene identificadas la fuente de cada ingreso, ya que, en el caso de derechos, aprovechamientos y productos, se presenta la información de forma global o agregada, sin identificar claramente el origen de cada ingreso (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019).

Al estudiar la recaudación durante el periodo observado, se tomó en cuenta que los ingresos totales según los datos de la cuenta pública de 2013 a 2018 (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019) provinieron de impuestos, cuotas y aportaciones de seguridad social, derechos, productos, aprovechamientos, participaciones federales, aportaciones federales aportaciones extraordinarias, financiamientos y del Fondo de Estabilidad de los Ingresos de las Entidades Federativas (FEIF).

De los ingresos antes mencionados, las participaciones, aportaciones federales, aportaciones extraordinarias y los recursos del FEIF provienen de la federación conforme al pacto federal de acuerdo a la Ley de Coordinación Fiscal (1978), por lo que el Estado solo los recibe pero no los recauda. Por otra parte, el financiamiento se refiere a deuda contraída por lo cual tampoco implica un esfuerzo fiscal o un potencial recaudatorio.

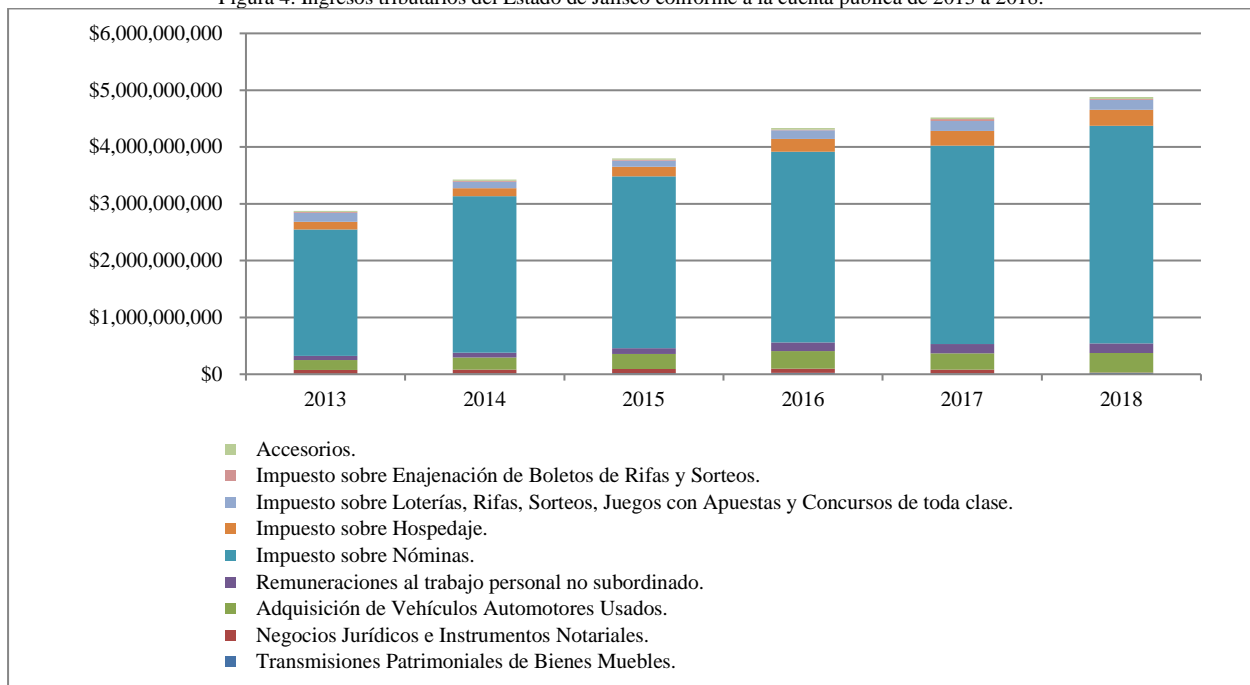
En lo tocante al resto de los ingresos del Estado durante el periodo observado, se consideró que conforme al Código Fiscal del Estado de Jalisco (1997) los impuestos son generales y obligatorios en los cuales el sujeto pasivo son personas físicas y jurídicas; los derechos que percibe el Estado se dan como la contraprestación por un servicio otorgado por este; los productos se obtienen por funciones que no son de derecho público; mientras que los aprovechamientos se generan por multas, recargos u otros ingresos que no encuadrables dentro de las categorías anteriores.

Se observó que en el caso particular, los aprovechamientos a partir de 2012 provienen también de la federación pues derivan del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS), Impuesto Sobre Autos Nuevos (ISAN), otros incentivos de por colaboración administrativo, entre otros (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019).

Se consideró además que los impuestos son los únicos ingresos estatales que se originan en el derecho público como una obligación de cobro a favor del Estado y no por el pago de una prestación o derivados del pacto federal, lo cual significa que si el particular decide no pagar derechos, productos o aprovechamientos, el Estado no otorga la prestación o el contribuyente no recibe la contraprestación; esto no sucede con los impuestos ya que, ante su impago, el Estado posee el poder coactivo para realizar su cobro. En consecuencia, estos ingresos no implican un potencial fiscal porque están sujetos a la demanda de los gobernados hacia dichos servicios o prestaciones.

Se apreció también que los ingresos propios del Estado de Jalisco provenientes de los impuestos locales fueron: impuesto sobre transmisiones patrimoniales de bienes muebles, negocios jurídicos e instrumentos notariales, adquisición de vehículos automotores usados, remuneraciones al trabajo personal no subordinado, impuesto sobre nóminas, impuesto sobre hospedaje, impuesto sobre loterías, rifas, sorteos, juegos con apuestas y concursos de toda clase, impuesto sobre enajenación de boletos de rifas y sorteos y los accesorios que estos generen (Gobierno del Estado de Jalisco, 2019). En este orden de ideas, el ISN fue el impuesto que tuvo mayor aumento recaudatorio en el periodo y representó además la mayor fuente de ingresos tributarios del Estado (figura 4).

Figura 4. Ingresos tributarios del Estado de Jalisco conforme a la cuenta pública de 2013 a 2018.



Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno del Estado de Jalisco (2019).

Bajo estos argumentos, se eligió el ISN en Jalisco como parámetro para medir el esfuerzo fiscal a través del IUPF y se corroboró conforme a lo expresado por Bonet & Rueda (2012) quienes señalan que se debe realizar “la comparación del recaudo potencial y efectivo del principal generador de ingresos tributarios en los estados, el impuesto sobre la nómina”; en consecuencia, resulta idóneo llevar a cabo la medición del potencial fiscal y del esfuerzo fiscal de la hacienda del Estado de Jalisco a través de la recaudación del ISN.

La evaluación del esfuerzo fiscal del Estado de Jalisco se realizó en dos etapas. La primera etapa resultó en la aplicación del modelo de IUPF a la recaudación del ISN por cada año del periodo estudiado; mientras que la segunda etapa, consistió en analizar la tendencia del esfuerzo fiscal durante la totalidad del periodo para determinar si fue progresiva la eficiencia fiscal o no de 2013 a 2018.

Datos

Los datos provinieron de fuentes oficiales, entre las que se incluyen la ley, el PED y bases de datos del gobierno del estado de Jalisco y federales de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Conforme a las definiciones expuestas en la revisión de la literatura y en concordancia a la investigación, se consideró el esfuerzo fiscal como el resultado del IUPF, el cual arrojó una proporción para cada año, mientras que la tendencia ascendente, se interpretó con referencia a la tendencia, la cual es el “desplazamiento gradual de la serie de tiempo” (Anderson, Sweeney & Williams, 2008, p. 767); así, la referencia a una tendencia ascendente se definió un aumento positivo del IUFT respecto al periodo (año) anterior.

Debido a que el ingreso recaudado por ISN superó lo estimado por la ley, se consideró pertinente emplear la recaudación real del ISN como referente al aplicar el modelo de potencial fiscal.

Tabla 1. Recaudación real conforme a la cuenta pública en pesos (MXN) del ISN en el Estado de Jalisco de 2013 a 2018

Año	ISN estimado	ISN recaudado	Diferencia en pesos	Diferencia en porcentaje
2013	\$2,169,372,000	\$2,221,604,741	\$52,232,741	+2.41%
2014	\$2,549,548,000	\$2,749,416,632	\$199,868,632	+7.84%
2015	\$2,744,927,000	\$3,025,891,449	\$280,964,449	+10.24%
2016	\$2,839,091,000	\$3,353,589,820	\$514,498,820	+18.12%
2017	\$3,250,000,000	\$3,491,376,427	\$241,376,427	+7.43%
2018	\$3,726,000,000	\$3,827,159,874	\$101,159,874	+2.71%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Gobierno del Estado de Jalisco (2019).

Métodos y modelo

Para la medición e impacto de la eficiencia recaudatoria, los autores proponen diferentes métodos para medirlo (Holmlund, 1983; Asher, 1984; Dye, 1985; Sobarzo, 2006; Ahmad, et al. 2007; Rabell, 2010; Pérez, 2014; Ramírez-Rodríguez & Erquizio-Espinal, 2017; Morales & Medina, 2017; Pérez, 2018). Sin embargo, con base a la disponibilidad de datos, se empleó el estudio de Pérez (2018) que hace referencia a Sobarzo (2006) quien propone la construcción del Índice del Uso de Potencialidad Fiscal (IUPF) en cuyo modelo se refleja el esfuerzo recaudatorio de un territorio determinado.

El modelo adaptado para el Estado de Jalisco en el periodo estudiado fue:

$$IUPF_{jt} = \frac{RE_{jt}}{RP_{jt}} \tag{1}$$

Donde:

$IUPF_{jt}$ = Índice el Uso de la Potencialidad Fiscal del Estado de Jalisco en el año fiscal t

RE_{jt} = Recaudación efectiva del Estado de Jalisco en el año fiscal t

RP_{jt} = Recaudación fiscal potencial del Estado de Jalisco en el año fiscal t

Igualmente, la recaudación potencial se calculó adaptando el modelo de Pérez (2018) como sigue:

$$RP_{jt} = I_{jt}B_{jt} \tag{2}$$

En donde:

I_{jt} = Tasa del ISN del Estado de Jalisco del 2% para cada año fiscal t

B_{jt} = Base sujeta al ISN del Estado de Jalisco para cada año fiscal t

La tasa del ISN en el Estado de Jalisco se mantuvo en 2% conforme a las leyes de ingreso.

La estimación de B_{jt} , en referencia a Pérez (2018), calculada conforme al modelo de Bonet y Reyes-Tagle (2010) resultó de la siguiente forma:

$$B_{jt} = \sum L_{jt} S_{jt} \quad (3)$$

L_{jt} = Número de trabajadores-remunerados en el Estado de Jalisco para cada año fiscal t

S_{jt} = Salario anual de los trabajadores subordinados-remunerados del Estado de Jalisco para cada año fiscal t

Los datos empleados para la estimación del B_{jt} fueron recabados a partir de los informes rendidos a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social respecto al número de trabajadores afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en el Estado de Jalisco durante el periodo estudiado y al salario diario promedio con el que cotizan los mismos. En el caso L_{jt} (Tabla 2) se tomó como referencia la media anual del número de trabajadores para estimación.

Tabla 2. Total de trabajadores afiliados al IMSS en Jalisco de 2013 a 2018

Año	Promedio anual de trabajadores afiliados en el IMSS en Jalisco	Desviación estándar
2013	1,382,438	16,762.39
2014	1,432,723	25,495.07
2015	1,505,361	23,660.83
2016	1,587,197	32,510.98
2017	1,683,442	34,133.02
2018	1,757,571	19,092.03

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2019b)

De la misma forma, para el cálculo del S_{jt} (Tabla 3) se tomó como base la media del salario diario de los trabajadores afiliados al IMSS, y se multiplicó por el factor de días trabajados por mes, en este caso 30 ya que, según la Ley Federal del Trabajo (1970) el mes laboral tiene 30 días; posteriormente, el resultado se multiplicó por el número de meses del año, en este caso 12, para estimar el salario anual promedio de los trabajadores.

Tabla 3. Salario anual estimado de los trabajadores asegurados en el IMSS en Jalisco de 2013 a 2018

Año	Salario diario promedio (en pesos)	Desviación estándar	Salario anual promedio (en pesos)
2013	280.69	1.25	\$101,048.40
2014	291.65	1.38	\$104,994.00
2015	302.84	2.5	\$109,022.40
2016	313.56	2.07	\$112,881.60
2017	328.99	2.73	\$118,436.40
2018	346.39	2.39	\$124,700.40

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2019a).

Los valores de la RP_{jt} fueron son siguientes:

Tabla 4. Recaudación fiscal potencial del ISN del Estado de Jalisco de 2013 a 2018

Año	Recaudación potencial del ISN (en pesos)
2013	\$2,793,862,959.98
2014	\$3,008,546,373.24
2015	\$3,282,361,381.73
2016	\$3,583,306,737.50
2017	\$3,987,616,201.78
2018	\$4,383,396,134.56

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las cifras anteriores se encuentran a precios constantes, ya que se toman en cuenta los montos para el mismo periodo (año) a fin de determinar la eficiencia por año.

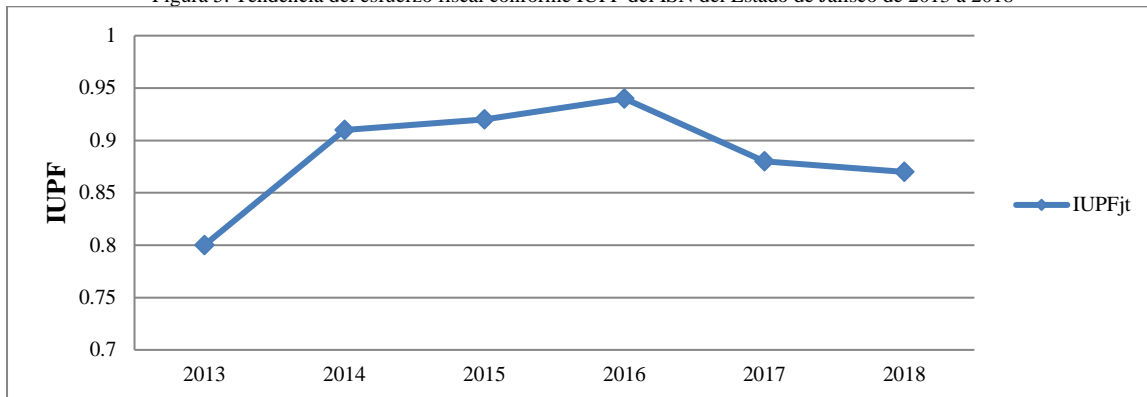
Una vez determinado el RP_{jt} se estimó el $IUPF_{jt}$ (Tabla 5) y los resultados del IUPF se graficaron para observar la tendencia (Figura 5).

Tabla 5. Índice el Uso de la Potencialidad Fiscal del Estado de Jalisco de 2013 a 2018

Año	Índice el Uso de la Potencialidad Fiscal del Estado de Jalisco ($IUPF_{jt}$)
2013	0.80
2014	0.91
2015	0.92
2016	0.94
2017	0.88
2018	0.87

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Tendencia del esfuerzo fiscal conforme IUPF del ISN del Estado de Jalisco de 2013 a 2018



Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

En términos generales, el esfuerzo fiscal de la recaudación del ISN en Jalisco en el periodo estudiado osciló entre el 80% y el 94%, lo cual produjo una media de 88% con una desviación estándar de 5%. En los ejercicios fiscales de 2014, 2015 y 2016, la eficiencia recaudatoria del ISN fue mayor a la media; de entre estos años, el mayor esfuerzo fiscal se situó en 2016 con el 94% del potencial fiscal. Por otro lado, los ejercicios fiscales de 2013, 2017 y 2018, presentaron menor eficiencia en la recaudación, aunque en ambos casos fue igual o mayor al 80% del potencial fiscal.

Por otro lado, la tendencia del esfuerzo fiscal permite distinguir dos periodos, el primero ascendente que va del 2013 al 2016 y el segundo tendencialmente descendente que va del 2016 al 2018, lo cual indica que el máximo esfuerzo fiscal se realizó en 2016 y a partir de éste año, comenzó el declive del esfuerzo fiscal estatal.

El periodo ascendente en el esfuerzo fiscal, se explica en relación al PED en su versión original de 2013, ya que, dicho plan incluyó objetivos, acciones, metas e indicadores para mejorar la hacienda estatal, por lo que, el gobierno al seguir este plan de acción, sí contribuyó al mejoramiento de la hacienda local. Sin embargo, al actualizar el ejecutivo estatal el PED en octubre de 2016 y suprimir los objetivos y demás acciones para mejorar la hacienda local estatal, tuvo como consecuencia que el esfuerzo fiscal decayera en los años siguientes, a pesar de el PED actualizado continuó reconociendo la debilidad de la hacienda estatal respecto a los bajos ingresos propios y a la alta dependencia a los recursos federales.

Los resultados que se obtuvieron concuerdan con los hallazgos de Merino (2000) pues los cambios en las haciendas locales deben hacerse con una perspectiva a largo plazo e integrar las facultades fiscales de la hacienda subnaional con los ingresos.

Igualmente, los resultados fueron consistentes con la investigación de Vehorn (2011) al señalar que si determinada reforma mide el cambio en la estrategia fiscal, es posible determinar si la reforma puede tener un mayor nivel de

éxito. Asimismo, concuerdan con Kurniawan (2018) en el sentido que los procesos de modernización y mejora fiscal están relacionados con la estructura organizacional, procedimiento y estrategia.

Conclusiones

A partir del nacimiento del SNCF en 1978, las haciendas locales en México han presentado un rezago persistente en la recaudación local respecto a otros países federalistas. En el caso del periodo observado, el comportamiento del esfuerzo fiscal de la hacienda del Estado de Jalisco de 2013 a 2018 no fue ni homogéneo ni constante pues fue del .80 al .94 de la eficiencia fiscal aunque no de forma gradual; esto es, de 2013 a 2016 se observa un aumento en el esfuerzo fiscal de la hacienda de Jalisco respecto al ISN, del .80 en 2013 al .94 en 2016. A partir de este año, el esfuerzo decae en 2017 a 0.88 y posteriormente en 2018 a 0.87, lo anterior contesta la pregunta de investigación respecto a cómo fue el esfuerzo fiscal del Estado de Jalisco de 2013 a 2018.

La eficiencia recaudatoria estudiada marca el año 2016 como el año más eficiente, por lo que, se pudo observar la tendencia ascendente de 2013 a 2016 y un periodo descendente de 2017 a 2018, lo cual conlleva la aceptación de la hipótesis nula. Los cambios en el esfuerzo fiscal sugieren que la eficiencia recaudatoria mejora cuando se encuentra contenida en el Plan Estatal de Desarrollo de una entidad federativa y que en cambio, disminuye cuando desaparecen los objetivos, estrategias e indicadores relacionados al desempeño de la hacienda pública local.

Por otro lado, esto también sugiere que la obtención de resultados positivos en el esfuerzo fiscal por un periodo corto, no significa que pueda eliminarse el fortalecimiento de la hacienda local como actividad prioritaria cuando se ha diagnosticado como un problema dentro del PND y en el PED. De ahí que, para aumentar el esfuerzo fiscal de la hacienda pública estatal se recomienda a partir del diagnóstico como un problema público, incluir los objetivos, estrategias, metas e indicadores tanto anuales como trienales, sexenales y transexenales que coadyuven al aumento del esfuerzo fiscal, por lo cual, se sugiere generar un modelo conforme al esquema europeo que permita evaluar la eficiencia de la norma, el proceso y la gestión.

Es posible sugerir como futuras líneas de investigación, el esfuerzo fiscal a partir de la actividad de la hacienda municipal y Plan Municipal de Desarrollo; la medición del desempeño de la hacienda local conforme a la gestión, organización, fiscalización y rendimiento; así como llevar a cabo estudios comparativos con otras entidades de la República respecto a la eficiencia hacendaria local para establecer acciones para fortalecer la recaudación a nivel local.

Por último, las limitaciones del estudio incluyen la falta de información pública respecto al desempeño de la hacienda local, así como la falta de indicadores gubernamentales respecto al número de contribuyentes dados de alta en el registro hacendario estatal.

Referencias

- Ahmad, E., González Anaya, J. A., Brosio, G., García-Escribano, M., Lockwood, B. and Revilla, E. (2007). *Why Focus on Spending Needs Factors? The Political Economy of Fiscal Transfer Reforms in Mexico*. IMF Working Papers, pp. 1-28, 2007. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=1087167>. Consultado: 26/05/2019.
- Anderson, D., Sweeney, D. & Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía*. Distrito Federal, México: McGraw Hill.
- Asher, M. (1984). On the Estimation of Payroll Tax Incidence: Comment. *Southern Economic Journal*, 50(4), 1224-1230. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1058452>. Consultado: 09/11/2018.
- Bonet, J. A. & Rueda, F. (2011). Esfuerzo fiscal en los estados mexicanos. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Disponible en: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/41751/jaime_bonet_y_fabio_rueda_Esfuerzo_Fiscal_de_los_Estados_Mexicanos.pdf. Consultado: 08/11/2018.
- Bonet, J. A. & Rueda, F. (2012). Esfuerzo fiscal en los estados mexicanos. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3946/Esfuerzo%20fiscal%20en%20los%20estados%20mexicanos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado: 24/11/2018.
- Bonet, J., & Reyes-Tagle, G. (2010). Evolución y determinantes de los ingresos propios en los Estados mexicanos: Los casos de Baja California y Michoacán. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/1089/Evoluci%C3%B3n%20y%20determinantes%20de%20los%20ingresos%20propios%20en%20los%20Estados%20Mexicanos.pdf?sequence=1>. Consultado: 24/11/2018.

- Bueno Cevada, L. E., Nezahuatl Méndez, M. F. & Sánchez Gómez, K. F. (2017). Dependencia financiera de las transferencias federales en los municipios de México. *Revista Global de Negocios*, 5 (4). Disponible en: <http://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/rgnego/rgn-v5n4-2017/RGN-V5N4-2017-2.pdf>. Consultado: 24/05/2019.
- Cabrera, L. F. & Lozano-Cortés, R. (2008). Decentralization and Fiscal Federalism in Mexico *Munich Personal Repec Archive*. Disponible en: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/10572/1/MPRA_paper_10572.pdf. Consultado: 27/05/2019.
- Código Fiscal del Estado de Jalisco. (1997). Última reforma publicada en el Periódico Oficial “El Estado de Jalisco” el 5 de julio de 2008.
- Dye, R. (1985). Payroll Tax Effects on Wage Growth. *Eastern Economic Journal*, 11(2), 89-100. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40324966>. Consultado: 09/11/2019.
- European Commission. (2007). *Fiscal Blueprints*. Disponible en: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/docs/body/fiscal_blueprint_en.pdf. Consultado: 27/05/2019.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2013). *Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033*. Disponible en: <https://seplan.app.jalisco.gob.mx/biblioteca/archivo/verDocumento/701>. Consultado: 03/12/2018
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2016). *Plan Estatal de Desarrollo 2013- 2033 (Actualización 2016)*. Disponible en: <https://seplan.app.jalisco.gob.mx/biblioteca/archivo/verDocumento/1049>. Consultado: 03/12/2018.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2017). *Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033*. Disponible en: <https://sepaf.jalisco.gob.mx/gestion-estrategica/planeacion/ped-2013-2033>. Consultado: 03/12/2018.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2019). Ingresos. Disponible en: https://transparenciafiscal.jalisco.gob.mx/transparencia-fiscal/estadistica_fiscal/ingresos. Consultado: 21/03/2020.
- Guillermo, S. B. & Vargas, I. (2016). Recaudación potencial, eficiencia recaudatoria y transferencias federales: Un análisis para las entidades federativas en México utilizando el modelo de frontera estocástica. *Econoquantum*. <http://dx.doi.org/10.18381/eq.v14i1.6541>
- Holmlund, B. (1983). Payroll Taxes and Wage Inflation: The Swedish Experience. *The Scandinavian Journal of Economics*, 85(1), 1-15. <https://doi.org/10.2307/3439907>
- Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (2010). La debilidad fiscal de las haciendas estatales. Disponible en: http://imco.org.mx/indice_estatal_2010/PDFS/Debilidadfiscal.pdf. Consultado: 24/05/2019
- Kurniawan, T. (2018). Modernization of the tax administration system: a theoretical review of improving tax capacity. *E3S Web of Conferences*, 73, 10022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187310022>
- Ley de Coordinación Fiscal. (1978). Diario Oficial de la Federación, última reforma publicada el 30 de enero de 2018.
- Ley Federal del Trabajo. (1970). Diario Oficial de la Federación, última reforma publicada el 22 de junio de 2018.
- López, G. & Castellanos, A. (2002). Aproximación al concepto de esfuerzo fiscal. *Centre de Recerca en Economia i Salut*. Disponible en: https://www.upf.edu/documents/%202911971/6885433/%20Esforx_Fiscal.pdf/700310c1-ab9d-4344-aadd-d717d0bdc27b. Consultado: 21/03/2020.
- Merino, G. (2000). Federalismo fiscal: diagnóstico y propuestas. En Fernández, A. M. (coordinador). *Una Agenda para las Finanzas Públicas en México* (pp. 145-185). Distrito Federal, México: Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- Mendoza, A. (2019). ¿Pueden las Transferencias Federales afectar el Esfuerzo Fiscal, la Transparencia y la Rendición de Cuentas de los Gobiernos Locales?: México 2003–2013. *El trimestre económico*, LXXXVI (2), núm. 342, <https://doi.org/10.20430/ete.v86i342.747>
- Morales, L. F., & Medina, C. (2017). Assessing the Effect of Payroll Taxes on Formal Employment: The Case of the 2012 Tax Reform in Colombia. *Economía*, 18(1), 75–124. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=126541294&site=ehost-live>. Consultado: 08/11/2018.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Global Revenue Statistics Database*. Disponible en: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=REV#>. Consultado: 27/05/2019.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Global Revenue Statistics Database*. Disponible en: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=REV#>. Consultado: 21/03/2020.
- Pérez, R. (2018). Efecto de la transparencia en la eficiencia recaudatoria del Impuesto Sobre Nóminas en México. *Centro de Estudios de la Finanzas Públicas*. Disponible en: http://www.cefp.gob.mx/portal_archivos/convocatoria/pnfp2018/P2.pdf. Consultado: 08/11/2018.

- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. (2013). Disponible en: https://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/MarcoJuridico/PND_2013-2018.pdf. Consultado: 08/11/2018.
- Platas, A. (2014). Esfuerzo fiscal en la recaudación de impuesto sobre nómina en México. *Instituto de Contabilidad Pública, Universidad Veracruzana*. Disponible en: <https://www.uv.mx/icp/files/2018/01/07-B011103.pdf>. Consultado: 08/11/2018.
- Rabell, E. (2010). *Federalismo fiscal en México*. Universidad Autónoma de Querétaro: México.
- Ramírez-Rodríguez, R., & Erquizio-Espinal, A. (2017). Capacidad y esfuerzo fiscal en las entidades federativas en México: medición y determinantes. *Paradigma Económico*, 3(1), 37-70. Disponible en: <https://paradigmaeconomico.uaemex.mx/article/view/4820>. Consultado: 26/05/2019.
- Rivera Lima, L.; Santana Duarte, C. & Lizarraga Valconce. (2019). Impuesto sobre nóminas: efectos recaudatorios de los cambios legislativos, periodo 2013-2017. *Avacient*, 6 (1), pp. 115-126.
- Romo de Vivar Mercadillo, M. R. & Gómez Monge, R. (2016). Descentralización fiscal, capacidades administrativas y recaudación del impuesto predial en los municipios de México: Una aproximación teórica. *Economía y sociedad*, 35, pp. 155-170. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5803046.pdf>, consultado: 26/05/2019.
- Rosen, H. (2008). *Hacienda pública*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Rossignolo, D. (2017). El esfuerzo fiscal en los países de América Latina y el Caribe. *Revista Finanzas y Política Económica*, 9 (2), 215-247. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323553607002>. Consultado: 26/05/2019.
- Samaniego Breach, R., Morales Bañuelos, P. & Bettinger, H. (2009). *Eficiencia recaudatoria: Definición, estimación e incidencia en la evasión*. Ciudad de México: Instituto Tecnológico Autónomo de México. Disponible en: http://omawww.sat.gob.mx/administracion_sat/estudios_evasion_fiscal/Documents/I1_2009_efic_reca_def_est_incid_eva.pdf. Consultado: 24/05/2019.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2019a). *Salario Diario Asociado a Trabajadores Asegurados en el IMSS por Entidad Federativa*. Disponible en: www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/302_0122.xls. Consultado: 25/05/2019.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2019b). *Puestos de Trabajo registrados en el IMSS*. Disponible en: http://siel.stps.gob.mx:303/ibmcognos/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=XSSSTART*2fcontent*2ffolder*5b*40name*3d*27Sitio*20STPS*27*5d*2ffolder*5b*40name*3d*271.*20Asegurados*20en*20el*20IMSS*27*5d*2freport*5b*40name*3d*27Total*20de*20Trabajadores*27*5dXSSSEND&ui.name=XSSSTARTTotal*20de*20TrabajadoresXSSSEND&run.outputFormat=&run.prompt=true. Consultado: 25/05/2019.
- Sobarzo, H. (1999). La cuestión fiscal y el nuevo federalismo. *Estudios Sociológicos*, 17(51), 743-785. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40420588>. Consultado: 09/11/2018.
- Sobarzo, H. (2004). *Tax effort and tax potential of state governments in Mexico: a representative tax system*. Disponible en: https://kellogg.nd.edu/sites/default/files/old_files/documents/315_0.pdf, consultado: 08/11/2018.
- Sobarzo, H. (2005). Federalismo fiscal en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 103-121. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/111/11109905.pdf>. Consultado: 08/11/2018.
- Sobarzo, H. (2006). Esfuerzo y potencialidad fiscal de los gobiernos estatales en México: Un sistema fiscal representativo. *El Trimestre Económico*, 73(292(4)), 809-861. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/20868353>. Consultado: 09/11/2018.
- Sour, L. (2013). The flypaper effect in Mexican local governments. *Estudios Económicos*, 28 (1), 165-186. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59727431005>. Consultado: 27/05/2019.
- Sour Vargas, D. L. (2017). Esfuerzo fiscal de las entidades federativas mexicanas durante el periodo 2004 al 2012. *Economía: teoría y práctica*, (47), 191-216. <https://dx.doi.org/10.24275/etypuam/ne/462017/sour>
- Trillo, F., & Rabling, B. (2007). Transferencias condicionadas federales en países en desarrollo: El caso del FISM en México. *Estudios Económicos*, 22(2 (44)), 143-184. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40311529>. Consultado: /05/2019.
- Trillo, F., & Rojo, J. (2006). Definición de responsabilidades, rendición de cuentas y eficiencia presupuestaria en una federación: El caso mexicano / Definition of Responsibilities, Accountability and Budget Efficiency in a Federation: The Mexican Case. *Revista Mexicana De Sociología*, 68 (1), 1-47. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/20454220>. Consultado: 09/11/2018.
- Vehorn, C. (2011). Fiscal adjustment in developing countries through tax administration reform. *The Journal of Developing Areas*, 45, 323-338. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/23215277>. Consultado: 08/11/2019.

SISTEMA DE SEGURIDAD POR RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Sergio Ricardo Zagal Barrera¹, Jorge Eduardo Ortega López²,
Lydia Cuevas Bracamontes³, Angelita Dionicio Abrajan⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Recibido: 16/10/2019 Aceptado: 22/04/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen. – La Inteligencia Artificial ha tomado un papel central en la última década, desde el apoyo de las tareas del ser humano hasta los servicios que este puede recibir (operaciones, prótesis, medio ambiente, medio saludable), ya que las tendencias prosperan para mejorar su calidad de vida, donde la tecnología ya no está aislada del ser humano, sino que se encuentra implícita en su vivir diario, tal es el caso del tema central del presente artículo, la seguridad, la inteligencia artificial ha plasmado mecanismos de seguridad en lo que ahora son patrones de reconocimiento de movimiento, faciales, ópticos y hasta sonoros, en este caso, aplicando una metodología de desarrollo Scrum, se ha creado una aplicación que permite la validación, el acceso, y la permanencia de un individuo a través del reconocimiento facial, la implementación de estos mecanismos en casa habitación, empresas y centros de investigación son cada día más frecuentes sin embargo, se hacen diferentes con la infraestructura y los algoritmos de programación que se implementan.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Seguridad, Reconocimiento, Patrones.

FACIAL RECOGNITION SECURITY SYSTEM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract.- Artificial Intelligence has taken a central role in the last decade, from supporting human tasks to the services they can receive (operations, prosthetics, the environment, a healthy environment), as trends prosper to improve their quality of life, where technology is no longer isolated from the human being, but is implicit in their daily living, such is the case of the central theme of this article, security, artificial intelligence has shaped security mechanisms in what is now They are patterns of movement recognition, facial, optical and even sound, in this case, applying a Scrum development methodology, an application has been created that allows the validation, access, and permanence of an individual through facial recognition, The implementation of these mechanisms in each room, companies and research centers are more frequent every day, however, they become different with infrastructure and programming algorithms that are implemented.

Keywords: Artificial Intelligence, Security, Recognition, Patterns.

Introducción

La seguridad es un tema central y controversial a nivel mundial, la cual al no ser tratada de manera objetiva ha dejado un sinnúmero de impactos, tanto económicos, ambientales, sociales, en la nube y muy especialmente en la asistencia a humanos. Los mecanismos implementados por las instituciones públicas han sido solamente de grabación (visual y auditiva), ya que los accesos pueden ser de manera libre y arbitraria a lugares donde se maneja información confidencial, aparatos, equipos, e instrumentos sofisticados y de alto costo, así como el manejo de recurso humano que requiera estricto cuidado, en estos casos, esos medios grabados suelen ser vistos y analizados después de haber ocurrido un percance, precisamente por no implementar un mecanismo de seguridad que permita analizar y ejecutar por decisión propia el acceso a personal autorizado a ciertas áreas.

¹Sergio Ricardo Zagal Barrera es Ingeniero en Sistemas Computacionales con Maestría en Educación, Profesor de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Informática adscrito al Tecnológico Nacional de México / Campus Iguala, sergio.zagal@itiguala.edu.mx Carretera Nacional Iguala-Taxco esquina Periférico Norte, Col. Adolfo López Mateos - Infonavit, C.P. 40030, Iguala de la Independencia, Gro. (**Autor correspondiente**).

²Jorge Eduardo Ortega López es Ingeniero Electrónico, Profesor de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Informática adscrito al Tecnológico Nacional de México / Campus Iguala, eduardo.ortega@itiguala.edu.mx

³Lydia Cuevas Bracamontes es Licenciada en Informática con Maestría en Dirección de Ingeniería de Software, Profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales adscrita al Tecnológico Nacional de México / Campus Iguala, lydia.cuevas@itiguala.edu.mx

⁴Angelita Dionicio Abrajan es Licenciada en Informática con Maestría en Administración, Profesora de las carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Informática adscrita al Tecnológico Nacional de México / Campus Iguala, angelita.dionicio@itiguala.edu.mx

El artículo 2° de la Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública establece que la seguridad pública es una responsabilidad de los tres órdenes de gobierno. Las autoridades gubernamentales han centrado esta responsabilidad en un esfuerzo para mantener las cosas en paz y para lograr que en el territorio que gobiernan se vive bien y con tranquilidad. A través de patrullajes motorizados, cámaras de video-vigilancia, armas y el mayor número posible de policías, las autoridades locales y estatales buscan tener capacidad de reacción para controlar aquello que desordena y altera la paz (desde enfrentamientos entre bandas de crimen organizado, hasta robos en vía pública o disputas vecinales), sin importar cuáles podrían ser las causas que lo originan y cuáles otros actores podrían ayudar a resolverlo (Vazquez del Mercado, 2017).

De acuerdo con lo anterior, es importante resaltar que los ordenes de gobierno no se puedan dar abasto con las necesidades y tendencias de la sociedad, y los múltiples factores que son motivo de cometer algún acto que va en contra de la moral de las personas y que atenten de alguna manera contra terceros. Es por ello, que la sociedad a estas alturas y bajo los esquemas presentados día a día por medios televisivos, redes sociales y demás mecanismos de transmisión informativa, han permitido que la sociedad adquiera medios de seguridad propios, basados en la economía y la forma de tener antecedentes, en caso de ocurrir casos no previstos con sus propiedades o a su propiedad integridad como ciudadanos.

Actualmente, el 50 % de la gente sigue desconfiando de la policía, el ministerio público y los jueces, al tiempo que el porcentaje de delitos no denunciados (cifra negra) permanece por arriba del 90%. No obstante, se reformó la Constitución para cambiar el Sistema de Justicia Penal (2008), se modificó la Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública (2009) y se promulgó la Ley General para la Prevención Social de la Violencia y la Delincuencia (2012). Actualmente, el Congreso discute tanto la iniciativa de Mando Mixto de la policía como la de seguridad interior para regular la presencia de las fuerzas armadas en tareas de seguridad pública.

Las Ciencias Computacionales a través de las ramas de la informática han impulsado y promovido mecanismos de seguridad más eficaces y eficientes, que permiten en tiempo real puntos de conexión, identificación, y de mando de acciones que pueden ayudar a prevenir, mantener y reestablecer escenarios basados con objetos reales y que los mantengan a salvo de algunas anomalías fuera del contexto habitual.

Es por ello por lo que la Inteligencia Artificial (AI) es considerada como el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes. En otras palabras, la IA es el concepto según el cual "las máquinas piensan como seres humanos". De acuerdo con (Haenlein & Kaplan, 2018), definen la inteligencia artificial como "la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas concretas a través de la adaptación flexible".

Normalmente, un sistema de IA es capaz de analizar datos en grandes cantidades (Big Data), identificar patrones y tendencias y, por lo tanto, formular predicciones de forma automática, con rapidez y precisión. Para este caso el reconocimiento de patrones es a través de imágenes tomadas en tiempo real.

El Reconocimiento de Patrones como una disciplina científica tiene el objetivo de clasificar objetos en un número específico de categorías o clases. Dependiendo de la aplicación, estos objetos pueden ser imágenes, sonidos, olores, en general, señales producto de mediciones que deben ser clasificadas. Estos objetos se denotan con el término genérico de patrones (Koutroumbas & Theodoridis, 1999).

Basándose en la problemática social expuesta, se dio origen a planificar un proyecto donde el mecanismo de seguridad computarizado tuviera un patrón definido para la validación de acceso al usuario autorizado o dado de alta de forma segura, mismo que fue programado a través de visión computarizada, haciendo uso de dispositivos inteligentes como cámaras, reflectores y un dispositivo concentrador que permitirá procesar la información captada, analizarla y que tomara la decisión de brindar el acceso o no al usuario que intentara realizar esa acción.

Como objetivo general se determinó, el aplicar una metodología computacional para desarrollar una aplicación que permitiera brindar seguridad en el acceso a personal autorizado a un área, basándose en el reconocimiento facial e implementando estrategias de inteligencia artificial.

Plasmada la acción principal de la investigación que se originó como un proyecto integrador, se estructuraron los

objetivos específicos que permitieron desarrollar la aplicación de manera idónea, a través de, analizar el algoritmo de visión computarizada que permitiera definir los patrones de reconocimiento facial con un porcentaje mínimo de error, diseñar el escenario muestra (patrón) para realizar pruebas de imágenes a través de la captura de imágenes y procesarlas con las predefinidas o registradas por el administrador, identificar el lenguaje de programación que permitiera incorporar la tecnología a trabajar, con la finalidad de optimizar recursos, y el procesamiento fuese en tiempo real, y finalmente, implementar y evaluar el uso de la aplicación en áreas específicas con los requerimientos propuestos por los administradores en el campo y tiempo real.

Toda vez que se han estructurado las acciones correspondientes y con la visión de la aplicación a desarrollar, surge la pregunta: ¿Qué tan confiable es una aplicación de seguridad, usando el reconocimiento facial a través de visión computarizada?

Asimismo, se dará por evaluada la hipótesis planteada: la implementación de un algoritmo que realice el reconocimiento facial a través de visión computarizada garantizará un mecanismo de seguridad para el uso e implementación de los usuarios en tiempo real.

Materiales y métodos.

En este contexto, es de vital importancia conceptualizar la metodología de la investigación que permitirá comprender de mejor manera el presente trabajo, por lo cual se definen a continuación:

El presente proyecto integrador aplicado siguió el protocolo de la investigación cuantitativa, la cual fundamenta un procedimiento de decisión que pretende señalar, entre ciertas alternativas, la raíz de la problemática, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística permitiendo conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables. Esto es, basándonos en los estadísticos presentados en el apartado de la introducción y con los parámetros definidos en los sistemas computacionales, así como la exactitud que se busca se aplican métodos de probabilidad y estadística definida.

Siguiendo el rumbo de este tipo de investigación, se determinó implementar un diseño cuasiexperimental, mismo que (Hernández, & Cools, 2015), explica como diseños que son una derivación de los estudios experimentales, en los cuales la asignación de los sujetos u objetos de investigación no es aleatoria, aunque el factor de exposición es manipulado por el investigador. Consiste en la selección de los grupos, en los que se prueba una variable, sin ningún tipo de selección aleatoria o proceso de pre-selección.

Para lo anterior, se sometió la aplicación a diversas situaciones (escenarios) para poder determinar con exactitud los posibles errores y fallos, considerando las características propias con las cuales se deberían presentar e identificar las muestras a trabajar para poder ser evaluados por la aplicación. Considerando que todas las muestras utilizadas no son aleatorias sino definidas por el administrador.

El tipo de estudio realizado fue correlacional causal, el cual se define como la descripción de relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Se trata también de descripciones, pero no de variables individuales sino de sus relaciones, sean éstas puramente correlacionales o relaciones causales. En estos diseños lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado. La diferencia entre los diseños transeccionales descriptivos y los correlacionales causales puede expresarse gráficamente de la siguiente manera:

CORRELACIONALES / CAUSALES	TIEMPO ÚNICO	
	El interés es la relación entre variables, sea correlación:	O bien relación causal:
Se mide y describe relación ($X_1 - X_2$)	$X_1 \Theta X_2$	$X_1 \rightarrow X_2$
Se mide y describe relación ($X_2 - X_3$)	$X_1 \Theta X_3$	$X_1 \rightarrow X_3$
Se mide y describe relación ($X_K - X_{K+1}$)	$X_2 \Theta X_3$	$X_2 \rightarrow X_3$

Tabla 1.- Expresiones correlacionales y tiempos

El conjunto de variables e indicadores son definidos por el programador basándose en el modelo de reconocimiento facial de acuerdo con la siguiente matriz:

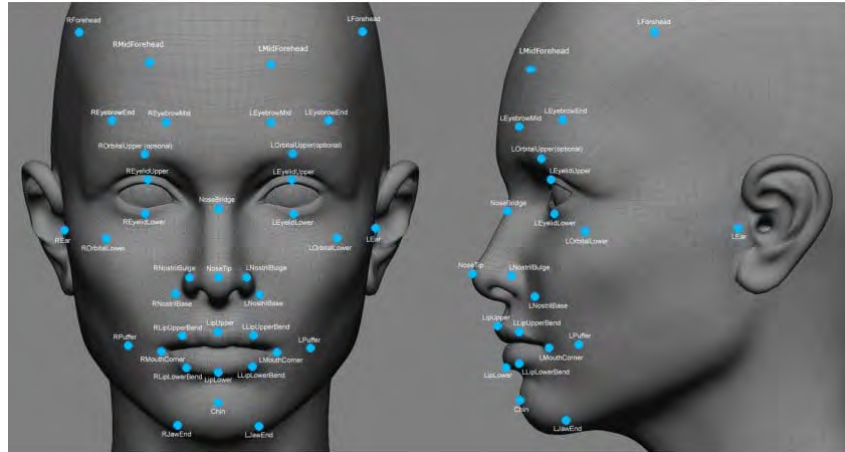


Ilustración 1.- Matriz de Reconocimiento Facial

Para poder realizar los ajustes en el reconocimiento facial se debe considerar los pasos para la construcción de un reconocedor de patrones (Bishop, 1995) considerando para la funcionalidad de esta aplicación los siguientes:

1.- Los sensores, los cuales son importantes decidir qué tipo se utilizará para la captura de los datos del patrón. Para este caso se utilizará una cámara con las características siguientes: sensores duales de 12mp imx 386 - 1 bayer, 1 claro, $f/2,0$, 1.25um, detección de profundidad y efectos de profundidad, retardo de obturación cero (zsl), foco automático de detección de fase (PDAF), enfoque automático láser, modo profesional, zoom digital de 8x para fotos, deslizamiento para enfoque y exposición, cámara instantánea, modo ráfaga, HDR automático, modo panorámico, video en cámara lenta, lo anterior para obtener la captura del dato en tiempo y espectro real.

2.- Generación de los atributos, dependiendo del problema específico, de las variables que capturan los sensores, algunos sirven para el reconocimiento. Estos se denominan características o atributos del patrón. Para este caso se considera los correspondientes a la Ilustración 1, los cuales son los definidos para el reconocimiento facial.

3.- Análisis y selección de atributos, en la práctica, se generan un número innecesario de características, entonces el mejor subconjunto de ellas debe ser seleccionado. Considerando el 100% de los atributos, se considera estadísticamente que el patrón comparado con el dato (imagen tomada), en un ciclo definido por 20 iteraciones, cumpla con el 90% entre los diferentes puntos que muestra de base la Ilustración 1.

4.- Diseño/modelado y desarrollo del reconocedor, una vez elegidos el subconjunto de características adecuadas a un problema específico, es necesario diseñar el sistema clasificador que en resumen es una función que mapea el valor de las características en un conjunto de categorías o clases. Y, finalmente, es necesario evaluar que tan efectivo es el reconocimiento de patrones. El proceso de valoración y evaluación del sistema por completo deberá calcular las tasas de certeza y tasa del error de clasificación. Siendo esta la etapa fundamental para poder desarrollar la aplicación se hizo uso de las siguientes herramientas:

El lenguaje de programación Python (Python, 2019), el cual es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores.

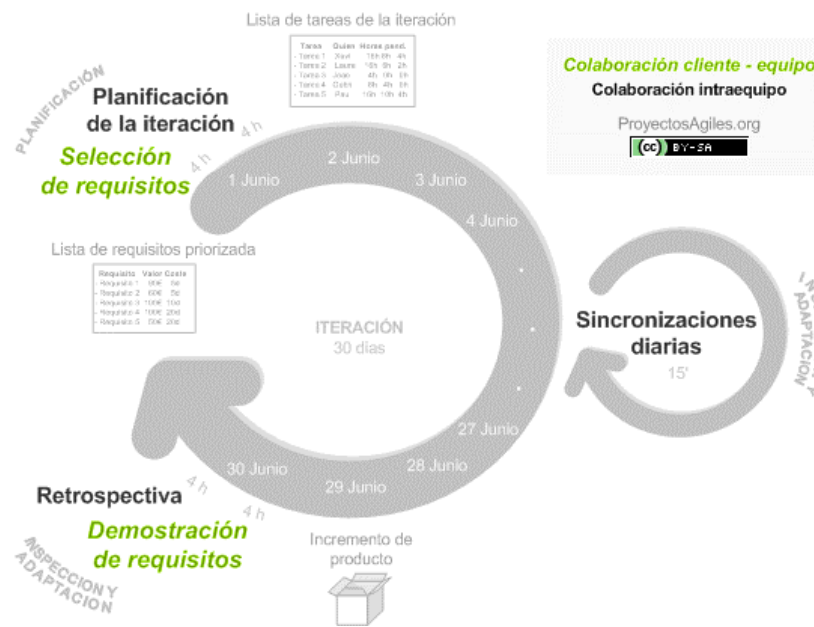
La librería OpenCV es una biblioteca libre de visión artificial originalmente desarrollada por Intel. Desde que apareció su primera versión alfa en el mes de enero de 1999, se ha utilizado en infinidad de aplicaciones. Y para el presente trabajo se realizará la implementación de esta en nuestro código.

Herramienta DroidCam es un App que permite utilizar tu móvil o tablet como webcam para el PC, con una distancia de conexión directa a una red alámbrica o inalámbrica que permite obtener los datos (imagen) en tiempo real para poder analizarla con el código desarrollado y programado en Python.

Para el desarrollo de esta aplicación se tuvo a bien utilizar un Modelo Scrum el cual es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos (Grett, 2017). Lo que permitió en este proyecto el desarrollo completo de la aplicación y el montaje con los dispositivos necesarios para su implementación, todo basado en la comunicación.

De esta manera, en Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales.

En Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, límite máximo de feedback de producto real y reflexión). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite (Arcos, 2018).



Como se muestra en la Ilustración 2, el proceso Scrum es muy definido por ser de contacto directo con los clientes, proveedores y posibles usuarios, la comunicación juega un papel sumamente importante ya que las reuniones de trabajo programadas para valorar la funcionalidad de los avances es exclusivamente para ello, lo que da como origen un aplicación confiable a los ojos de los mismos, ya que las observaciones, cambios, modificaciones y adecuaciones nuevas o que no deben existir se hacen prácticamente al momento, llevando un control de registro y evaluando cada iteración realizada.

Resultados y discusión.

Es diverso el mercado de sistemas de seguridad, sin embargo, la tendencia en el mismo se refleja en los sistemas de reconocimiento de patrones, existen múltiples tecnologías que los implementan como la tecnología domótica, los circuitos cerrados, circuitos de monitoreo por GPS o sistemas de sensores por geolocalización, la presente aplicación realiza acciones al tener registrado a un usuario con los permisos de acceso, realizando una toma de 40 imágenes con tres segmentaciones del rostro, el cual es almacenado para el análisis del algoritmo cuando este sea expuesto por el

mecanismo de seguridad ya implementado, como se muestra en la ilustración 3, el cual tendrá que ser validado en un escáner de procesamiento de 20 veces por ciclo en tiempo real para evaluar las coincidencias y descartar posibles errores.



Ilustración 3.- Almacenamiento de tomas de rostro (patrones de verificación)

Una vez registrado el usuario y con los permisos de acceso, se muestra en el monitor el nombre de la persona y lo almacena como visita del día, en una carpeta generada por fecha, y el archivo con el nombre, fecha, hora y tiempo de entrada y salida, todo correspondiente a lo que previamente se registró, como se muestra en la Ilustración 4.



Ilustración 4.- Usuario registrado

Asimismo, cuando el usuario no ha sido registrado y este procede a ponerse frente a la cámara, aparecerá un mensaje con la leyenda “desconocido” como se puede ver en la Ilustración 5, una vez analizado por primera vez y no identificarlo, ejecuta por segunda ocasión el análisis a través del escáner del algoritmo 20 veces por ciclo en tiempo real para evaluar las coincidencias y confirmar que el usuario no se encuentra registrado, restringiendo todos los mecanismos programados, adicional se emite una señal de alerta de un usuario no registrado.



Ilustración 5.- Usuario no registrado

Conclusiones

El procesamiento de datos que se maneja a través de un algoritmo que permita la validación de un patrón a través de dispositivos de apoyo, como este caso, es complejo, asimismo, la programación debe realizarse con la interacción de dispositivos, mecanismos y agentes de procesamiento (actuadores), esta interacción debe permitir en tiempo real una respuesta que garantice seguridad y estabilidad entre los usuarios, la inteligencia artificial día con día se apoya de todos los medios antes mencionados para poder generar entornos amigables, con escalabilidad, y sobre todo que faciliten los mecanismos que el ser humano no hace tan rápido y de manera manual.

Cabe mencionar que los objetivos propuestos, tanto general como específicos fueron realizados con éxito, la hipótesis se valida, haciendo uso de los mecanismos de Inteligencia Artificial y generando un algoritmo de validación en tiempo real, de igual manera se responde a la pregunta, ya que la aplicación desarrollada garantiza el mecanismo con un margen de error del 5% validado por tres ocasiones en tiempo real, en procesamiento menor a 60 segundos en caso de no reconocer al usuario, y hasta ese momento define que el usuario esta registrado o es desconocido.

Es importante detallar que este mecanismo puede ser viable con cerraduras eléctricas, en interiores con puertas corredizas de cristal y de metal, alarmas contra personal vetado o restringido a un área, aclarando que el mecanismo fue probado con una cerradura y con un sensor de activación de alarma de personal autorizado a través del monitoreo de las cámaras de seguridad, los dispositivos mencionados anteriormente dependen del costo y de la instalación por el voltaje, peso, y demás características físicas y del entorno.

Referencias bibliográficas

- Arcos, A. (2018). *Metodos de Desarrollo de Software Agiles*. Obtenido de METODOLOGÍA SCRUMBAN: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-scrumban>
- Bishop, C. (1995). *Neural Networks for Pattern Recognition*. Obtenido de Neural Network for Pattern Recognition: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=T0S0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bishop+C.+M.+\(1995\).+Neural+Network+for+Pattern+Recognition&ots=jM8XwM8Aol&sig=GHqGkW3136T--bc8vrA173WFemk#v=onepage&q=Bishop%20C.%20M.%20\(1995\).%20Neural%20Network%20for%20Patte](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=T0S0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bishop+C.+M.+(1995).+Neural+Network+for+Pattern+Recognition&ots=jM8XwM8Aol&sig=GHqGkW3136T--bc8vrA173WFemk#v=onepage&q=Bishop%20C.%20M.%20(1995).%20Neural%20Network%20for%20Patte)
- Cauas, D. (marzo de 2014). *Definición de las variables, enfoque y tipo*. Obtenido de Definición de las variables, enfoque y tipo: <https://es.calameo.com/books/003146819cf01f68b123a>
- Grett, F. (2017). *Gestion de Proyectos de Software*. Obtenido de Proyectos Agiles - Metodología Scrum: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

- Haenlein, M., & Kaplan, A. (04 de octubre de 2018). *Business Horizons*. Obtenido de Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681318301393>
- Hernández, & Cools. (Octubre de 2015). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de Investigación Observada: <chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Koutroumbas, K., & Theodoridis, S. (1999). *Academic Press*. Obtenido de Pattern Recognition: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2009000100005
- Martinez, A. (1997). *La comunicacion eficaz*. Mexico, Obtenido de <https://www.lifeder.com/definicion-comunicacion-autores/>: Orion.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*. Obtenido de Metodologías de Desarrollo de Software: <chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- Python. (Diciembre de 2019). *Python Lenguaje*. Obtenido de Python's standard documentation: download, browse or watch a tutorial.: <https://www.python.org/>
- Sommerville, I. (julio de 2005). *Ingeniería del Software*. Obtenido de Academia de Desarrollo: https://www.academia.edu/15059886/Ingenieria_de_Software_-_Ian_Sommerville_7a_Edicion
- Vazquez del Mercado, G. (13 de junio de 2017). *Mexico Sobrevive*. Obtenido de Seguridad en México: 10 años después: <https://www.animalpolitico.com/columna-invitada/seguridad-mexico-10-anos-despues/>

ESTUDIO TRIBUTARIO DE LAS ORGANIZACIONES RELIGIOSAS CRISTIANAS EN MÉXICO Y PERÚ

Daniel Eduardo Paz Pérez¹

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Recibido: 07/11/2019 Aceptado: 23/04/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- Las organizaciones religiosas realizan actividades que contribuyen al desarrollo económico, social y cultural de los lugares donde están presentes; este artículo de investigación busca hacer un análisis de las formas de tributación de estas organizaciones sociales en México y Perú, utilizando para su análisis el método analógico de investigación y la técnica de análisis comparativo, con el propósito de reconocer su situación actual. Se Mediante un trabajo más exploratorio que descriptivo, del tipo documental y cualitativo, se pudo identificar cómo se conforman legalmente las organizaciones religiosas en ambos países, cuáles son los requisitos de creación y de representación, así son los regímenes tributarios en cada país. Se llegan a reconocer como entidades no lucrativas con reconocimiento legal como las demás organizaciones civiles, pero favorecidas por la exoneración total o parcial de contribuciones fiscales en los países de estudio, con obligaciones fiscales menores a otros contribuyentes.

Palabras claves: Iglesia, organizaciones religiosas, exención fiscal, tributación.

CHRISTIAN RELIGIOUS ORGANIZATIONS' TAXATION STUDY IN MEXICO AND PERU

Abstract.- Faith-Based Organizations (FBO) contribute to economic, social and cultural development wherever they operate; this research article makes a taxation analysis of these social organizations in Mexico and Peru, using a analog research method with comparative analysis technique, with the aim to recognize their current situation. Through an exploratory rather than descriptive work, documentary and qualitative based, it is identified religious organizations in both countries, how they are legally constituted, the legal and representation requirements as well as their tax regimes in each country. They are recognized as legal non-profit entities, as well as civil organizations are but favored by whole or in part taxation exonerations in countries under study, with less tax liabilities than other taxpayers.

Keywords: Church, faith-based organizations (FBO), tax exemption, taxation.

Introducción

Las iglesias son organizaciones formales, y por ende burocráticas, caracterizadas por tener jerarquías de mando, por buscar unos objetivos oficiales y por funcionar con una división del trabajo (García, 2011); como cualquier grupo que involucra la participación humana, tienen una estructura intencional -para cumplir las tareas organizativas- y otra de curso controlado -para lograr sus propósitos de la profesión de la fe-, en una combinación de las posibles estructuras funcionales (Híjar, 2014). Estas organizaciones religiosas han sido moldeadas a través del tiempo, especialmente en la época contemporánea, por diferentes factores: 1) importantes cambios sociales como los movimientos de independencia y revoluciones de las naciones latinoamericanas, b) cambios tecnológicos como la imprenta moderna y la masificación de la literatura religiosa, y c) cambios políticos como el reconocimiento de las iglesias por el Estado y el nacimiento de la legislación tributaria; el resultado fue su evolución en organizaciones globales con mayor importancia política, social y económica, cuya tributación es diferente a la tributación tradicional empresarial (Malamud, 2018).

Las iglesias son especialmente importantes en Latinoamérica, donde se conjuga el cristianismo con otras formas de expresión espiritual; predomina la Iglesia Católica, institución otrora privilegiada por su papel en la colonización española, pero también hay una gran presencia de iglesias evangélicas o protestantes, que son “una parte genuina de la sociedad latinoamericana” (Llorente & Cuenca, 2014). Dada la gran importancia que tienen por su actividad en todos los ámbitos sociales, las iglesias han sido estudiadas desde los enfoques históricos, filosóficos y sociológicos, por citar algunos; un ejemplo es en la sociología, desde donde se ha examinado la estratificación social de las

¹Doctor en Materia Fiscal, Profesor investigador, Instituto Tecnológico Superior de El Mante. Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial. Carret. Mante-Valles Km. 7.5, Cong. Quintero, Tamaulipas. Correo: de-paz@itsmante.edu.mx Tel. (831)233-6666 CVU 428141, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0511-2776>. (**Autor correspondiente**).

comunidades eclesiales, la autoridad en la Iglesia o el comportamiento de sacerdotes y laicos, así como los conflictos de roles, pero en la literatura no se encuentran abundantes estudios desde la óptica de la tributación.

Partiendo de lo anterior, las preguntas que guían esta investigación son: ¿cómo se estructuran las organizaciones religiosas?, ¿cómo es su marco legal? y ¿cómo es su tributación, atendiendo a su ubicación geográfica? El presente artículo contempla lo siguiente: inicialmente se presenta un panorama de las organizaciones religiosas desde el ámbito social y organizativo en México y Perú, para pasar a una descripción del ámbito tributario en el que inciden las organizaciones de este tipo; en tercer lugar se describe el enfoque metodológico utilizado, el cual se basó en técnicas de investigación jurídica sobre la legislación de ambos países latinoamericanos, para detallar enseguida los resultados encontrados, sobre los cuales se discute en un último apartado a fin de identificar algunos aspectos que permitan lograr una mejor comprensión de estas organizaciones no lucrativas.

Las Iglesias como organización social

Dado el enfoque del presente estudio, se restringió el término *iglesia* como “la agrupación de cristianos cuyo desarrollo doctrinal y práctico depende de la Biblia y del Espíritu Santo a través de la participación y utilización de todos los recursos humanos y materiales”, definición de Salazar (2008) para las organizaciones religiosas basadas en el cristianismo, que son objeto de este trabajo; y por otro lado en un estudio exhaustivo del tema, Adame Goddard (2003) nos ayuda a desentrañar qué es lo religioso en la legislación mexicana, exponiendo que se refiere a los actos externos de culto público que realizan las agrupaciones religiosas y nos da una pauta para analizarlos en función a la ley en este trabajo de investigación.

Dentro de las diferentes organizaciones sociales, las religiosas son de las que más inciden en la vida social y cultural en las naciones del mundo, especialmente en aquellas donde gran parte de la población hace una práctica pública de su fe; a la religión se le atribuye la función social de construir o reponer certezas y dotar de sentido a la acción individual y social (Llorente & Cuenca, 2014) y esa dimensión religiosa ayuda al hombre a valorar, juzgar y respetar su mundo interior, conformando sus convicciones, su comportamiento y las actitudes con las que afronta los interrogantes de su existencia (Adame, 2003; Vecchi, 1992).

Las iglesias son organizaciones formales y burocráticas más bien conservadoras, caracterizadas por la división del trabajo, con jerarquías a su interior y objetivos plenamente predeterminados (García, 2011); históricamente, las Iglesias se han adaptado a la realidad social y han influido en la misma, por lo que se encuentran casi siempre de acuerdo con la sociedad que las rodea; se les atribuye la administración de lo sagrado, y entre sus contribuciones sociales está la promoción de la educación, con grandes educadores religiosos como San Ignacio de Loyola, fundador de la Orden Jesuita, Juan Bautista de la Salle, gran educador francés y Don Bosco, fundador de la Congregación Salesiana (Vecchi, 1992); también encontramos su incursión en actividades humanitarias, en la construcción y administración de escuelas y hospitales, así como en la administración de casas editoriales (Gumeta Pérez, 2013).

Las organizaciones de carácter religioso ofrecen servicios espirituales pero también acceso a la salud (Llorente & Cuenca, 2014) y tienen entre sus atributos o facultades las siguientes (Dirección General de Justicia y Culto, 2016):

- Desarrollar su culto, contar con ministros de culto y lugares para realizarlo.
- Declarar una doctrina o credo.
- Contar con libros sagrados.
- Desarrollar liturgias de acuerdo a su credo y participar su fe a quienes la acepten.
- Desarrollar actividades sociales o de asistencia social como consecuencia de su práctica de fe.

Las instituciones religiosas pueden parecerse a otras formas de organización social en su estructura o en el propósito que persiguen, pero se distinguen en su teología particular y en su forma de administración, ya que los bienes que posee la Iglesia se consideran propiedad de Dios o de los pobres y sólo deben ser administrados temporalmente por los Obispos (Di Nicco, 2018); en virtud de ello, la administración eclesiástica es una actividad compleja que implica el conocimiento de todas las áreas de la Iglesia, desde sus objetivos fundamentales, su estructura y sus relaciones internas, así como la legislación particular y la regulación tributaria aplicable, además de que las necesidades religiosas de una gran cantidad de personas exigen una organización más compleja.

Las organizaciones religiosas cristianas

Históricamente, las organizaciones religiosas tuvieron mucha influencia en la región, pues desde las primeras expediciones españolas los almirantes se hacían acompañar de monjes de las ordenes jesuitas, dominicos, franciscanos, etc., que contribuyeron a que la iglesia cristiana tuviera presencia exclusiva en todo el continente americano, estableciendo Estados confesionales (Celis Brunet, 2005). En forma particular, la Iglesia Católica ha sido considerada la organización formal más efectiva en la historia de la civilización occidental, pues en su desarrollo se ha reconocido su efectividad: se le atribuye haber heredado algunas tradiciones administrativas de la civilización romana, como la administración del territorio que le permitió diseñar una estructura geográfica basada en la división territorial en diócesis para cumplir más eficientemente sus fines religiosos (Amaru, 2009); también organizó la defensa y la administración de su patrimonio, protegiendo sus numerosos castillos y monasterios en el sur de Europa entre los siglos X y XII (Abe, 2011); de ella se han tomado algunos conceptos modernos como la jerarquía, referida al conjunto de los más altos dignatarios de la Iglesia, en sentido estricto, o de una organización formal, en sentido más amplio.

Por otro lado, las iglesias protestantes son organizaciones más recientes, con directivos formados en institutos o programas educativos que hacen énfasis en los aspectos teológicos (v.g.: homilética, escatología y exégesis) que no contribuyen a su preparación para administrar o dirigir a una organización (Tovar Garrido, 2014). Las reformas de finales del siglo XX en materia religiosa en varios países latinoamericanos siguieron la tendencia mundial de conformación de Estados aconfesionales, los cuales no se proclaman a favor ni en contra de ninguna confesión religiosa ni la asumen como propia, sino que promueven y reconocen la libertad religiosa (Mantecón Sancho, 1999).

El modelo organizacional de las asociaciones religiosas

En la doctrina de México y Perú encontramos que las personas naturales o físicas se pueden agrupar para realizar actividades tendientes a la promoción de su fe o confesión religiosa mediante organizaciones, asociaciones, fundaciones o comités que usualmente funcionan con divisiones territoriales y otras estructuras orgánicas intermedias, regionales y locales (Gallardo & Fernández, 2004; Randeles Rascón, 2015); en adición, Trejo Romero (2013) afirma que en la actualidad las iglesias utilizan sistemas tradicionales y modelos modernos de administración, haciendo referencia a los modelos mecánicos y orgánicos del diseño organizacional, y plantea la necesidad de cambio para dichas entidades.

Las organizaciones religiosas como sujetos de tributación

Dada su finalidad de culto público, las organizaciones religiosas fueron inicialmente consideradas como entidades no lucrativas, ya que ellas suplen actividades que no realiza el Estado ni otro sector social, razón por la cual no se les consideró sujetas de impuestos durante mucho tiempo (García-Herrera, Torrejón, Alonso & Del Blanco, 2010; Campastro, 2011; Lemus Jiménez, 2015). Aunque las iglesias tuvieron presencia en el continente americano desde que fue descubierto, sus relaciones con los gobiernos de la región pasaron de un régimen de alianza-colaboración en la época colonial a cobrar un nuevo sentido a partir de su reconocimiento como organizaciones sociales en varios países a principios del siglo XX; en la mayoría de ellos, las relaciones continúan con altibajos respecto a temas sensibles como la postura política de los derechos de las instituciones religiosas, las exenciones fiscales y la participación de la Iglesia en la política (Parker G., 2012; Salas, 2012).

Es pertinente señalar que, por su trayectoria histórica, algunas Iglesias gozaron de exoneraciones fiscales totales o parciales, dependiendo de la región donde se ubican; como ejemplo de ello, la relación de las organizaciones religiosas con el Estado fue diferente en México que en Perú: mientras en el norte se estableció el primer país latinoamericano laico con la separación Iglesia-Estado en 1875, que eliminó la exención total que tenía la Iglesia Católica y dio paso al crecimiento de las instituciones evangélicas hasta el cambio constitucional realizado en 1991 (Garma, 2007), en el sur se mantuvo el reconocimiento único a la Iglesia católica hasta confirmarlo en un Concordato entre la Santa Sede y el gobierno militar peruano en 1980 (Morales Mejía, 2016). Por ello, mientras en el norte no se consideró a las iglesias como sujetos de tributación por razón de no reconocer su figura jurídica durante 200 años, en el sur se luchaba por obtener y compartir los privilegios concedidos primeramente a la Iglesia Católica, y que se extendieron después a las demás confesiones (Ortmann, 2018).

El crecimiento de las organizaciones evangélicas en la región a costa del monopolio católico de la religión hizo que progresivamente se transformaran las relaciones del Estado con las iglesias; XX así nació la normatividad legal religiosa como la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público de México promulgada en 1992, la Ley Estatutaria de Libertad Religiosa de Colombia en 1994, y la Ley de Libertad Religiosa de Perú en 2010. Con ello se afirma el concepto moderno de los Estados democráticos, que se caracterizan por el reconocimiento de los derechos

fundamentales del ser humano, así como la promoción y defensa de la libertad religiosa, que se basa en el derecho a escoger libremente la profesión de una fe personal, la práctica religiosa o incluso el derecho a no profesar ninguna creencia (Secretaría de Gobernación, 2011).

La preocupación de la sociedad por los temas tributarios y la falta de conocimiento de la forma en que las organizaciones religiosas contribuyen a la renta nacional constituyen el punto de partida de esta investigación, que involucra un estudio documental de la legislación de México y Perú de cuyo resultado puede abonar a un mejor entendimiento de las iglesias como sujetos de derecho y como contribuyentes.

Materiales y Métodos

El objetivo general de esta investigación es identificar las formas de tributación de las organizaciones religiosas en México y Perú, para encontrar ventajas y exenciones generadas por la legislación para las Iglesias; como objetivos secundarios se propuso reconocer las estructuras legales más usuales en la conformación de las organizaciones religiosas y acotar su marco legal tributario.

La investigación se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de El Mante, en Tamaulipas, México y en las instalaciones de la Universidad Privada del Norte de Trujillo, en La Libertad, Perú, siendo objeto de estudio las organizaciones religiosas identificadas como iglesias cristianas en ambos países; el trabajo surge de una estancia académica realizada en 2017 con apoyo a la movilidad docente de la Alianza del Pacífico.

El presente es un trabajo exploratorio en el que se utilizó el método analógico de investigación y la técnica de análisis comparativo para reconocer las formas de tributación de las iglesias en la legislación de ambos países y discutir los resultados encontrados (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010; García Fernández, 2015; Villabella Armengol, 2015); el procedimiento escogido involucró utilizar como instrumento una lista de cotejo para identificar:

- 1.- La ubicación y denominación del sujeto de estudio en la legislación
- 2.- La identificación de los sujetos en ambos países.
- 3.- La conformación legal y la representación de los sujetos.
- 4.- Los requisitos para la obtención del registro correspondiente.
- 5.- Los regímenes fiscales aplicables a las Iglesias.
- 6.- Las obligaciones fiscales de los sujetos.
- 7.- El tratamiento tributario de los ingresos distintivos

A partir de los escasos estudios en la literatura reciente del tema, se propone la siguiente hipótesis sustantiva: “El sistema tributario es igualmente complejo en las organizaciones religiosas en México y en Perú”.

Resultados

El trabajo comparativo de la legislación nacional de ambos países permitió el desahogo de los puntos señalados en la lista de cotejo previamente diseñada, y se encontró lo siguiente:

- 1.- La ubicación del sujeto de estudio en la legislación nacional.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en su artículo 9: “*No se podrá coartar el derecho de asociarse o reunirse pacíficamente con cualquier objeto lícito*” mientras que la Constitución Política del Perú reconoce como derechos fundamentales de la persona en el artículo 2 inciso 13 “*a asociarse y a constituir fundaciones y diversas formas de organización jurídica sin fines de lucro, sin autorización previa y con arreglo a la ley*”. Con fundamento en sendas Constituciones que contemplan la libre asociación y además la libertad religiosa y que dan origen a las leyes particulares de la materia, las organizaciones religiosas están contempladas en la legislación mexicana a partir de 1992, año en que se publicó la Ley de las Asociaciones Religiosas y Culto Público, y en Perú lo están a partir del año 2010 con la publicación de la Ley No. 29635 denominada Ley de Libertad Religiosa.

Denominación del sujeto de estudio en la legislación mexicana: en la Ley comentada no se encuentra una definición del término “asociaciones religiosas” aún contenido en su propio título, pero a partir de la disposición del artículo 7 podemos intentar categorizar a esta organización; el artículo señalado establece las acreditaciones que los solicitantes de una asociación religiosa deben hacer para obtener el registro constitutivo, y en particular la fracción I establece que se debe acreditar que la iglesia o la agrupación religiosa: “*I. Se ha ocupado, preponderantemente, de la observancia,*

práctica, propagación, o instrucción de una doctrina religiosa o de un cuerpo de creencias religiosas”; de aquí podemos encontrar que la finalidad de estas organizaciones debe ser la observancia, la práctica, la propagación o la instrucción de una doctrina religiosa, y deberán acreditar que cuentan con notorio arraigo entre la población, de cuando menos 5 años (Saldaña, 2003; Patiño Reyes, 2003).

Denominación del sujeto de estudio en la legislación peruana: en el artículo 5 de la Ley de Libertad Religiosa se contempla la siguiente definición: “*entidades religiosas son las iglesias, confesiones o comunidades religiosas integradas por personas naturales que profesan, practica, enseñan y difunden una determinada fe*”. La legislación peruana es explícita al definir plenamente al sujeto a quien se refiere exclusivamente, brindando los elementos que lo identifican y que aquí se analizan:

- Están constituidas por un grupo de personas *naturales*, llamadas en México personas *físicas*; esto es, excluye que personas jurídicas conformen o se constituyan integrantes de las organizaciones religiosas.
- Remite a las iglesias, confesiones o comunidades religiosas, constituidas por elementos fundamentales que son el credo religioso, el culto y la ley (Saldaña, 2003), y que son los verdaderos tutores de lo religioso, por exclusión del Estado y de otra clase de organizaciones sociales.
- Especifica las actividades a las que se deben dedicar: la práctica de una doctrina religiosa y la difusión que de la misma se haga.

De las definiciones anteriores se encuentra una similitud en la definición de las organizaciones religiosas en la legislación de México y Perú, pues comparten los elementos esenciales que caracterizan al sujeto de estudio.

2.- La identificación de los sujetos en ambos países.

Según la Dirección de Asuntos Religiosos de la Secretaría de Gobernación, en México existen 8,736 asociaciones religiosas inscritas; por otro lado, el Registro de Entidades Religiosas del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de Perú tiene a la fecha en su base de datos un listado de 89 entidades inscritas, además de 15 organizaciones misioneras con registro especial; de dichos reportes se elaboraron las siguientes tablas 1 y 1b; es de notar que la Iglesia Católica no está sujeta al registro como entidad religiosa que sí deben hacer las demás iglesias en Perú, ello por el beneficio de contar con un trato especial a partir de un convenio celebrado entre la Santa Sede y la República del Perú.

La diferencia en el número de registros se explica porque en México la Ley en su artículo 6 permite que las entidades o divisiones internas de las asociaciones religiosas puedan gozar igualmente de personalidad jurídica propia (Secretaría de Gobernación, 2011), siendo la inscripción obligatoria para la obtención del reconocimiento legal; estas divisiones pueden corresponder a ámbitos territoriales o por cualquier otra forma de organización autónoma que se haya establecido a conveniencia de la Iglesia. Por su parte, en Perú las organizaciones tienen la prerrogativa de solicitar voluntariamente su inscripción en un Registro de Confesiones distintas a la Católica, que no les concede personalidad jurídica sino reconoce la que ya tienen en el derecho privado; el artículo 7.1 del Reglamento de la Ley de Libertad Religiosa les concede a las entidades religiosas poder constituir, como parte de su organización interna, otras entidades para el cumplimiento de sus fines, pero no les concede que puedan gozar de personalidad jurídica propia.

Tabla 1.- Asociaciones religiosas registradas ante la Secretaría de Gobernación de México.

Iglesias Orientales		17	
	Hinduista	2	
	Budista	13	
	Krishna	2	
Iglesia Judía		10	
Iglesia Cristiana		8,697	
	Católica	3,393	
	Luterana	15	
	Anglicana	5	
	Presbiteriana	117	
	Metodista	7	
	Bautista	1,843	
	Pentecostés	3,201	
	Adventista	49	
	Otras	67	
Iglesia Islámica		3	
Nuevas Expresiones		9	
	Total	8,736	

Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección de Asuntos Religiosos de la Secretaría de Gobernación, México (2017).

Tabla 1b.- Entidades religiosas registradas ante el Ministerio de Justicia de Perú.

Iglesias Orientales		5	
	Hinduista	1	
	Budista	1	
	Sukyo Mahika	1	
	Coreana	2	
Iglesia Judía		2	
Iglesia Cristiana		79	
	Católica	-	
	Luterana	1	
	Anglicana	1	
	Presbiteriana	2	
	Metodista	1	
	Bautista	3	
	Pentecostés	15	
	Adventista	4	
	Otras	52	
Iglesia Islámica		1	
Nuevas Expresiones		2	
		Total	89

Fuente: Elaboración propia, con datos de Registro de Entidades Religiosas la D.S.N° 006 – 2016-JUS Perú (2016).

3.- La conformación legal y la representación de los sujetos.

En México las organizaciones religiosas deben integrarse bajo la figura de *Asociaciones Religiosas* prevista en la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público para ser reconocidas por el Estado; desde su nacimiento en 1992 la Ley reconoce la existencia previa de organizaciones que, reuniendo las características que la Ley tipifica, quedan comprendidas en el supuesto legal y son sujetas del derecho de beneficiarse de las disposiciones de la misma, esto es, para su beneficio particular; por ello, baste con cumplir los requisitos establecidos y tramitar su registro ante la Secretaría de Gobernación para ser considerada una Asociación Religiosa, ya que no es necesario acudir ante fedatario público para crear una asociación o sociedad de carácter civil, pues el principio de Estado Laico o de separación de Iglesia y Estado obliga a otorgar un carácter distintivo a este tipo de organizaciones (Patiño Reyes, 2003).

Por otra parte, la forma de integración aceptada en Perú es como Asociaciones Civiles constituidas conforme al artículo 80 del Código Civil de ese país, el cual reconoce las asociaciones como organizaciones estables de personas naturales o jurídicas, o de ambas, que a través de una actividad común persiguen un fin no lucrativo, pero si se trata de organizaciones religiosas no deben tener entre sus integrantes a personas jurídicas porque contraviene el artículo 5 de la Ley de Entidades Religiosas; además señala su artículo 81 que el régimen interno de las asociaciones religiosas se regula por los estatutos aprobados por la autoridad eclesiástica (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, 2015; Mosquera, 2005); luego el Reglamento de la Ley de Libertad Religiosa en su artículo 8.1 señala que las entidades religiosas pueden adquirir personería jurídica civil mediante su inscripción voluntaria en el Registro de Entidades Religiosas del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, que les reconoce y facilita las relaciones con el Estado, (Dirección General de Justicia y Culto, 2016). También señala dicha Ley que la falta de inscripción en el Registro no es obstáculo para permitirles continuar como asociaciones civiles.

En la literatura estudiada encontramos que la legislación garantiza que la administración de las organizaciones religiosas es una tarea autónoma, que debe ser realizada como mejor convenga a las mismas; así, tenemos las siguientes disposiciones en las leyes de estos países:

La Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público de México les concede a las Asociaciones religiosas en su artículo 9 el derecho a:

II. Organizarse libremente en sus estructuras internas y adoptar los estatutos o normas que rijan su sistema de autoridad y funcionamiento, incluyendo la formación y designación de sus ministros;

De igual forma, la Ley de Libertad Religiosa de Perú contiene un texto muy similar, consignando en el artículo 6 el derecho de las entidades religiosas:

a. *Gozar de personería jurídica civil, así como de plena autonomía y libertad en asuntos religiosos, pudiendo establecer sus propias normas de organización, régimen interno y disposiciones para sus miembros, sin perjuicio de los derechos y libertades reconocidos en la Constitución Política del Perú.*

De su lectura se recoge que las mencionadas leyes ofrecieron una no interferencia en los asuntos internos de las organizaciones religiosas a condición de regular su existencia legal; en la legislación mexicana se requiere tener un representante legal, que debe ser mexicano (artículo 11) y también puede serlo quien ejerce como ministro de culto de la asociación, y a falta de éste podrán serlo quienes realicen “funciones de dirección, representación u organización” (artículo 12); en sus estatutos se requiere señalar lo relativo a su sistema de autoridad y funcionamiento, las facultades de sus órganos de dirección, administración y representación, así como la vigencia de sus respectivos cargos (Secretaría de Gobernación, 2011). En contraparte, en Perú se requiere también un representante legal sin que se exija que sea peruano, pero es requisito en el trámite de inscripción de la entidad religiosa entregar “la estructura eclesial o confesional, esquema de organización y órganos representativos con expresión de sus facultades” (Mosquera, 2005).

4.- Los requisitos para la obtención del registro correspondiente.

Tabla 2. Requisitos del trámite de obtención de Registro como Organización Religiosa en México y Perú.

México	Perú
Propuesta de denominación	Denominación real
Domicilio en territorio nacional	Domicilio en territorio nacional
Nota 1	Relación y domicilio real de templos, lugares de culto, casas religiosas, centros de educación teológica y formación religiosa, colegios y otras sedes o
NO	Descripción de la organización
Relación de bienes inmuebles	Nota 2
Bienes propiedad de la Nación	Nota 2
Acreditar 5 años de arraigo local	Acreditar 7 años de arraigo local
Listado de asociados, si los hubiere	Mención de número de fieles no menor de 500
Relación de ministros de culto	Relación de ministros de culto
Nota 3	Copia certificada de escritura pública de constitución como Asociación Civil
Estatutos	Estatutos

Fuente: elaboración propia.

Respecto a los requisitos para la obtención del registro como Asociación o Entidad Religiosa, en ambas legislaciones es necesario presentar una solicitud por escrito con firmas autógrafas, señalando una propuesta de denominación en el caso de México, ya que la autoridad otorgará una nueva identidad bajo la Ley a dicha organización que antes de la solicitud no existe legalmente, mientras que en Perú debe señalarse la denominación real porque para tramitar su registro la organización ya debe existir bajo la figura de una asociación civil, con una escritura protocolizada ante fedatario público que deberá anexar (Nota 3 de la Tabla 2). En ambos casos debe señalarse un domicilio social, pero en el caso de Perú se deberá anexar una relación con los domicilios de todas las divisiones que dependen del mismo registro, situación que no ocurre en México porque cada división puede obtener su propio registro y usualmente lo hace (Nota 1 de la Tabla 2). En el trámite en México hay que entregar también una relación de inmuebles, clasificando los de propiedad particular de aquellos que son propiedad de la Nación, que administran y usan en forma exclusiva las asociaciones religiosas (Nota 2 de la Tabla 2). Se requiere acreditar la existencia o arraigo de la organización en el entorno o territorio de por lo menos 5 años en México y 7 años en Perú; se debe acompañar un listado de asociados en México si los hubiere, pero en Perú es preciso señalar la cantidad de fieles que asisten a la organización religiosa que no deberá ser menor a 500 personas; por último, en los dos países se requiere acompañar los estatutos que rigen la vida

de la organización, que incluye la base doctrinal, la estructura eclesiástica, el sistema de autoridad, los órganos de dirección y los representantes (ver Tabla 2).

5.- Los regímenes fiscales aplicables a las Iglesias.

Dado su carácter de personas jurídicas sin fines de lucro, las asociaciones religiosas en México están contempladas en el artículo 79 fracción XVI en el Título III de la Ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR), que agrupa a las Personas Morales con Fines No Lucrativos; dicho régimen considera a las sociedades que no tienen carácter mercantil, requiriendo para algunas de ellas disposiciones diversas a fin de considerarles no contribuyentes de impuestos; en el caso de las Asociaciones Religiosas que se constituyan conforme a la Ley respectiva requiere para su exención entregar copia del certificado de registro constitutivo como Asociación Religiosa emitido por la Secretaría de Gobernación al momento de su inscripción en el Registro Federal de Contribuyentes (RFC) que lleva el Servicio de Administración Tributaria (SAT), encargado de la recaudación en el país.

En el caso de Perú, los ingresos que obtengan las Entidades Religiosas están comprendidos en la Ley del Impuesto a la Renta (LIR) en el Capítulo IV De las inafectaciones y exoneraciones, que en su artículo 19 inciso a) señala como sujetos exentos de dicho impuesto a las rentas que las sociedades o instituciones religiosas destinen para la realización de sus fines en el país; a la fecha, existen 1503 entidades religiosas exoneradas del pago de impuestos en el Registro Único de Contribuyentes (RUC) de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) encargado de la recaudación en el país. De igual forma, las Entidades Religiosas en Perú deben exhibir copia del Registro Público emitido por la Dirección General de Justicia y Libertad Religiosa para obtener la exoneración tributaria. Conviene aclarar que las organizaciones religiosas que no estén inscritas en el registro de entidades religiosas, pero que ya estén constituidas legalmente como asociaciones civiles, también deberán estar inscritas en el RUC y podrán tributar conforme al artículo 19 inciso b) de la LIR, que señala que se encuentran exoneradas de dicho impuesto las rentas de fundaciones afectas y de asociaciones sin fines de lucro que cumplan con ciertos requisitos, entre otros con una sola finalidad, cuyos integrantes no se distribuyan las rentas al final del ejercicio y que en caso de disolución los bienes no sean repartidos y pasen a formar parte de otra asociación no lucrativa.

Es notorio que el goce de las exenciones contenidas en las disposiciones tributarias de ambos países exige el registro previo como entidades religiosas ante la autoridad correspondiente, la que determinará que cumplen con las características establecidas en la legislación en materia religiosa y pueden por tanto beneficiarse de un régimen tributario que exonera del impuesto a la renta de las organizaciones no lucrativas.

6.- Las obligaciones fiscales de los sujetos.

En México las Asociaciones Religiosas tienen obligaciones formales como emitir comprobantes digitales por las operaciones que realicen, llevar y entregar contabilidad electrónica o presentar declaración anual de ingresos y erogaciones, aunque no son sujetos directos del impuesto (Garduño, 2015); además, desde el año 2002 la autoridad fiscal les ha concedido una resolución de facilidades administrativas para el mejor cumplimiento de sus obligaciones.

En Perú las Entidades Religiosas tiene obligaciones similares, pues deben llevar contabilidad como los demás contribuyentes, aunque en el caso de la emisión de comprobantes pueden ser los de tipo tradicional en papel, ya que no es obligatoria la expedición de facturas electrónicas para este sector, a menos que perciban rentas de tercera categoría; mediante la Resolución de Superintendencia n° 203 - 2015/Sunat se han designado solamente a 3 iglesias como emisores electrónicos a partir del 01 de diciembre de 2016, aunque se desconoce si es por razón del tipo de ingresos que perciben: son la Asociación Peruana de La Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días, la Iglesia Adventista del Séptimo Día y la Iglesia Alianza Cristiana y Misionera del Perú. La siguiente tabla 3 muestra un comparativo de las disposiciones tributarias que obligan a los sujetos de estudio en ambos países, en la cual se aprecia que estas entidades no lucrativas tienen las mismas obligaciones en México que en Perú.

Tabla 3.- Comparativo de obligaciones fiscales de las organizaciones religiosas en México y Perú.

Obligaciones fiscales	México	Perú
Llevar contabilidad	Sí, art. 86 fr. I de la LISR	Sí, fracc. 4 Art. 64 Código Tributario
Expedir comprobantes de ingresos	Sí, Factura electrónica art 86 fr. II de la LISR	Sí, factura tradicional en papel, fracc. 3 Art. 64 Código Tributario
Recabar comprobantes de egresos	Sí, Factura electrónica art 86 fr. II de la LISR	Sí, factura tradicional en papel, fracc. 3 Art. 64 Código Tributario
Presentar declaración anual de ISR	Sí, determinando remanente art. 86 fr. III de la LISR	Sí, declaración jurada art, 79 de la LIR
Retener ISR y otorgar constancias a integrantes cuando repartan ingresos	Sí, cuando reparta remanente art. 86 fr. IV de la LISR	Sí, cuando repartan rentas de capital, art. 73-A de la LIR
Retener ISR y expedir constancias de retenciones de terceros	Sí, en pagos de honorarios art. 86 fr. V de la LISR y en pagos de arrendamiento art. 116 de la LISR	En pago de rentas de 4a categoría (honorarios) art. 71 b) de la LIR
Retener ISR y expedir constancias de retenciones de trabajadores	Sí, en pagos de salarios art. 86 fr. V y 96 de la LISR	En pago de rentas de 5a categoría (salarios) art. 71 a) y 75 de la LIR

Fuente: elaboración propia

7.- El tratamiento tributario de los ingresos distintivos

Se ha comentado antes que en México el SAT emite una Resolución de Facilidades Administrativas, la cual puede ser general para todas las iglesias o particular para un grupo de asociaciones religiosas afiliadas a una confraternidad, unión, sínodo u organismo equivalente; en ella se establece que las Asociaciones Religiosas debidamente reconocidas no pagarán el ISR por la obtención de ingresos propios, siempre que no los distribuyan entre sus integrantes; causarán el ISR cuando vendan, con ánimo de lucro, bienes distintos a su activo fijo tales como libros y artículos religiosos, o realicen actividades con personas distintas a su feligresía y éstas representen más del 5% del total de sus ingresos; además, se les han concedido plazos mayores para presentar declaraciones electrónicas, para emitir comprobantes digitales o para enviar la contabilidad electrónica, y se les ha permitido considerar gastos menores sin requisitos fiscales, además de exentar de ISR a los salarios que perciban los ministros de culto, siempre que no rebasen el monto de 4 unidades de medida y actualización (UMA). En cuanto al impuesto predial, a partir de 1992 muchas Iglesias en México tuvieron que ceder los bienes inmuebles y éstos pasaron a ser propiedad de la Nación pero aquellas conservaron el uso, con lo cual dichos inmuebles están exentos del pago señalado, pero deberán pagar por aquellos inmuebles si son propiedad de la asociación religiosa; el impuesto relacionado con la bancarización o transacciones financieras no otorga exenciones por el régimen de las asociaciones religiosas en México.

De forma similar, la Ley del Impuesto a la Renta en Perú dispone la inafectación (no causación) del impuesto a estas entidades, y mantiene vigente la prórroga que exonera del impuesto que causen las instituciones religiosas cuando se dediquen a la realización de sus fines específicos en el país, situación que estuvo contemplada hasta el 31 de diciembre de 2018 en el decreto legislativo 774, Capítulo 2, artículo 5, inciso a y que se ha renovado hasta el 31 de diciembre de 2020; también se les exonera del impuesto vehicular y la alcabala (o impuesto predial) para propiedades de las entidades religiosas destinadas a templos, conventos, monasterios y museos, siempre que sustenten fines religiosos (Dirección General de Justicia y Culto, 2016); las donaciones y las operaciones por compra de pasajes internacionales adquiridos por la iglesia están inafectas o no causan el Impuesto General a las Ventas, similar al IVA mexicano ni el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) (decreto legislativo N 821, Artículo 2, inciso 1.11). Particularmente, la Iglesia Católica está exonerada de cualquier contribución debido al Concordato celebrado entre la Santa Sede y el gobierno de Perú el 19 de julio de 1980 (Morales Mejía, 2016); la misma autoridad tributaria, el SUNAT, ha emitido una opinión legal sobre dicho acuerdo concluyendo que “la Iglesia Católica en el Perú tiene plena independencia y autonomía, por lo que en razón a ello dichas actividades, funciones y fines propios no están sujetos a injerencia o regulación distinta” (SUNAT, 2011). En la tabla 4 siguiente se ofrece un comparativo de lo mencionado en los dos párrafos anteriores.

Tabla 4.- Comparativo tributario de las organizaciones en México y Perú

Impuestos	México	Perú
Impuesto sobre la Renta		
Sobre los ingresos propios	Exentos	Exonerados
Sobre venta otros activos	Gravados	No está definido en Ley
Sobre actos con no integrantes	Gravados	No está definido en Ley
Sobre salarios de ministros	Exento hasta 4 UMAs	gravados
Donativos recibidos	Exentos	Exonerados
Impuesto al Valor Agregado		
Sobre los servicios religiosos	Exentos	Exonerados
Donativos recibidos	Gravados	Exonerados
Pasajes internacionales avión	Gravados	Exonerados
Impuesto predial	Gravados si son particulares	Exonerados
Impuestos y arbitrios municipales	Gravados	Exonerados
Impuesto a las transacciones financieras	Gravados	Exonerado a la Iglesia Católica

Fuente: elaboración propia

En forma similar a lo que ocurre en la LISR mexicana, la LIR de Perú señala que no gozarán la exoneración y se causará el impuesto por aquellos gastos no necesarios para el desarrollo de las actividades de las iglesias, los que resulten sobrevaluados respecto de su valor de mercado, los ingresos no declarados, cuando se entregue dinero o bienes sin control tributario a sus integrantes o se beneficie a las partes vinculadas (artículo 32° de la LIR y art. 8-E del Reglamento de la LIR).

Una distinción entre la legislación de ambos países es que mientras en el caso mexicano la legislación contempla la exención de impuestos para todas las organizaciones religiosas que estén inscritas en el Registro que al efecto lleve el gobierno, en Perú hay una clara distinción entre los beneficios que la ley otorga, pues la Iglesia Católica mantiene un Concordato o acuerdo especial que les exonera permanentemente de cualquier tributo vigente o futuro que llegara a promulgarse y este tratamiento es visto como inequitativo por las demás entidades religiosas.

Conclusiones

Asumidas como organizaciones formales, las Iglesias promueven la obtención de su personalidad jurídica para el reconocimiento legal; aunque en México se les permite que sus entidades o divisiones internas tenga personalidad propia diferente de la subordinante, en Perú no opera de igual forma y es causa del menor número de entidades, pero en ambos países pueden existir organizaciones religiosas sin registro de validez oficial; para la obtención de su registro hace falta que demuestren cumplir los requisitos establecidos en la ley respectiva, y una vez inscritas obtienen de la autoridad registral el documento idóneo para su inscripción ante la autoridad tributaria como sujetos exentos o exonerados de contribuciones; de no cumplir los requisitos, causarán las contribuciones establecidas en cada ley.

A finales del siglo XX ha cobrado mayor importancia el reconocimiento legal de las organizaciones religiosas en varios países del mundo, y a partir de ello se discute su forma de tributación, ya que gozan de amplias ventajas fiscales por sobre otras organizaciones; la exoneración total del pago de impuestos a algunas de ellas es cuestionado como una inequidad jurídica, e incluso se propone gravarles con varios impuestos como ocurrió en un plebiscito en Colombia en 2016; por su misma tipología como entidades no lucrativas, se las incluye en discusiones similares respecto a otras organizaciones como escuelas y centros educativos, por cuyos propósitos sin fines de especulación comercial no son contribuyentes de ISR, aunque obtengan beneficios económicos.

Es importante considerar que la falta de apego a las disposiciones legales que rigen a las organizaciones registradas en México y Perú, como dedicarse preponderantemente a la venta de libros y artículos religiosos, a la administración de edificios y estacionamientos públicos o a otras actividades comerciales, conlleva a la pérdida de las exenciones tributarias contenidas en las disposiciones fiscales; el desconocimiento en este aspecto medular puede incluso dar lugar a la pérdida del registro legal de la asociación religiosa.

En esta investigación se pudieron verificar muchas similitudes entre ambas legislaciones, con algunas consideraciones del autor:

- La Ley de Renta mexicana contempla un capítulo especial para las entidades no lucrativas –y dentro de ellas a las asociaciones religiosas- y la Ley de Renta peruana no lo hace.
- Las leyes tributarias secundarias de México (IVA, Predial) gravan más a las organizaciones religiosas que las leyes tributarias secundarias de Perú (IGV, ISC, Alcabala).
- Existe exoneración e inafectación total a un contribuyente en Perú, la Iglesia Católica, que no existe en México donde recibe un tratamiento igual que todas las iglesias reconocidas por la Ley.

El presente estudio confirma que las leyes tributarias en ambos países se encuentran comparables en su grado de complejidad respecto a las organizaciones religiosas, aunque es preciso reconocer que las autoridades fiscales están en permanente actualización y en la búsqueda de reducir y eliminar la evasión tributaria, al tiempo que promueven el cumplimiento de las obligaciones fiscales de los contribuyentes por los medios electrónicos más modernos.

Referencias

- Abe, T. (2011). *Las relaciones entre la Iglesia y el Estado en la Corona de Aragón desde la Reforma Gregoriana hasta la cruzada albigense (siglos XI-XIII)*. Barcelona: Tesis doctoral: Universitat de Barcelona.
- Adame Goddard, J. (2003). ¿Qué significa lo religioso en la legislación mexicana? En J. Saldaña, *Diez años de vigencia de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público en México (1992-2002)* (págs. 1-10). México: Secretaría de Gobernación- UNAM.
- Amaru, A. C. (2009). *Fundamentos de Administración. Teoría general y proceso administrativo*. México DF: Pearson Educación.
- Campastro, M. C. (2011). *Informe N° 20: La tributación de los entes sin fines de lucro: asociaciones, fundaciones y mutuales / dirigido por Jorge José Gil*. Buenos Aires: FACPCE.
- Celis Brunet, A. M. (2005). Reconocimiento jurídico de las asociaciones religiosas o iglesias y su relación con el Estado en la República de Chile. V *Coloquio del Consorcio Latinoamericano de Libertad Religiosa: Actualidad y retos del derecho eclesiástico del Estado en Latinoamérica*, 135-161.
- Di Nicco, J. A. (2018). La administración de los bienes de la Iglesia hasta el siglo X: algunas de las disposiciones, especialmente de los concilios, y su recepción en el Código de Derecho Canónico de Juan Pablo II. *The Person and the Challenges Volume 8 Number 1*, 197-216.
- Gallardo Neyra, M. d., & Fernández Paredes, J. A. (12 de octubre de 2004). *La finalidad no lucrativa de las Asociaciones*. Recuperado el 16 de abril de 2017, de Poder Judicial del Perú: <https://www.pj.gob.pe/wps/wcm/connect/7690548046d47506a34da344013c2be7/La+Finalidad+No+Lucrativa+d e+las+Asociaciones+C+5.+4.pdf>
- García Fernández, D. (2015). La metodología de la investigación jurídica en el siglo XXI. En W. A. Godínez-Méndez, & J. H. García-Peña, *Metodologías: enseñanza e investigación jurídicas* (págs. 449-465). México: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.
- García, R. (2011). *Conceptos fundamentales de sociología*. Madrid: Alianza Editorial SA.
- García-Herrera Blanco, C., Torrejón Sanz, L., Alonso San Alberto, D., & Del Blanco García, Á. (2010). *Estudio comparado de los sistemas tributarios de América Latina*. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Economía y Hacienda.
- Garduño Martínez, A. (2015). Asociaciones Religiosas: ¿Entidades No Contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta? *Boletín Fiscal IEE*, 33-37.
- Garra Navarro, C. (2007). Diversidad Religiosa y Políticas Públicas en América Latina. *Cultura y Religión*, 1-12.
- Gumeta Pérez, L. M. (2013). *Grado de calidad de la Administración Financiera de las Iglesias Adventistas del Séptimo Día de la Asociación Centro de Chiapas*. Montemorelos, N.L.: Tesis de Maestría: Universidad de Montemorelos.
- Híjar Fernández, G. (2014). *Planeación Estratégica. La visión prospectiva*. México: Limusa.
- Lemus Jiménez, L. L. (2015). *Análisis de la legislación en materia tributaria de las O.N.G.* Guatemala de la Asunción: Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rafael Landívar.
- Llorente & Cuenca. (2014). *Cambio religioso en América Latina, presente, pasado y porvenir*. Madrid: Llorente & Cuenca.
- Malamud, C. (2018). *La expansión política de las iglesias evangélicas en América Latina*. Madrid: Real Instituto Elcano.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (2015). *Decreto Legislativo 295 Código Civil Décimo Sexta Edición Oficial*. Lima: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

- Morales Mejía, J. A. (2016). La Iglesia Católica, el Concordato y la liberación del pago de los arbitrios municipales. *Revista de Asesoría Especializada*, 5-7.
- Mosquera, S. (2005). Estudio del Régimen Tributaria de las Entidades Religiosas a la luz de la jurisprudencia del Tribunal Fiscal. *Revista peruana de jurisprudencia* 7 (48), 79-116.
- Ortmann, D. (2018). Cambios en el panorama religioso: Breve recorrido por sus teorías explicativas. *Argumentos, Edición N° 1, Año 12*, 49-57.
- Pacheco Escobedo, A. (2003). Las sociedades subordinadas en el nuevo Reglamento de la Ley de Asociaciones Religiosas. En J. Saldaña, *Diez años de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público en México (1992-2002)* (págs. 99-105). México: Secretaría de Gobernación-UNAM.
- Parker G., C. (2012). Religión, Política y Cultura en América Latina. Nuevos enfoques. En C. Parker G., *Religión, Política y Cultura en América Latina. Nuevas Miradas*. (págs. 13-76). Santiago de Chile: Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile.
- Patiño Reyes, A. (2003). Algunas consideraciones del Reglamento de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público de México. En J. Saldaña, *Diez años de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público en México (1992-2002)* (págs. 107-135). México: Secretaría de Gobernación-UNAM.
- Randeles Rascón, E. (2015). *Grado de calidad de la administración financiera de las iglesias adventistas del séptimo día de la asociación noreste*. Montemorelos, Nuevo León: Facultad de Ciencias Administrativas Universidad de Montemorelos.
- Salas, R. (2012). Reconocimiento y diálogo intercultural entre religiones. En C. Parker G., *Religión, Política y Cultura en América Latina. Nuevas Miradas* (págs. 297-314). Santiago de Chile: Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Santiago de Chile.
- Salazar, C. (24 de abril de 2008). *Teología e Historia*. Recuperado el 21 de marzo de 2019, de Administración de la iglesia cristiana: <https://csalazar.org/2008/04/24/administracin-de-la-iglesia-cristiana/>
- Saldaña, J. (2003). El nuevo Reglamento de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público. Una reflexión desde el derecho eclesiástico. En J. Saldaña, *Diez años de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público 1992-2002* (págs. 137-170). México: Secretaría de Gobernación-UNAM.
- Sánchez Domínguez, F. (2003). Personalidad jurídica de las asociaciones religiosas. En J. Saldaña, *Diez años de la Ley de Asociaciones Religiosas y Culto Público en México (1992-2002)* (págs. 101-115). México: Secretaría de Gobernación-UNAM.
- Secretaría de Gobernación. (2011). *Principales preguntas de las Asociaciones Religiosas*. México: Dirección General de Asociaciones Religiosas.
- SUNAT. (2011). *INFORME N.º 076 -2011-SUNAT/2B0000*. Lima: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.
- Tovar Garrido, L. (2014). *Tesis de grado: Sistema de información para la gestión de la membresía de iglesias cristianas*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Trejo Romero, M. O. (2013). *Tesis Administración pastoral de la iglesia y la combinacion de modelos*. Honolulu, Hawaii: Atlantic International University.
- Vecchi, J. E. (1992). *Proyecto educativo pastoral y valores en la nueva educacion*. Lima: Instituto Superior Salesiano de Humanidades.
- Villabella Armengol, C. M. (2015). Los métodos de investigación jurídica. Algunas precisiones. En W. A. Godínez-Méndez, & J. H. García-Peña, *Metodologías: enseñanza e investigación jurídicas* (págs. 921-953). México: Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM.

DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN EN PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Alex Javier Latorre Cárdenas¹, Salvador Felipe Espinet Vásquez²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 18/12/2019 Aceptado: 23/04/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- El presente artículo expone parte de los hallazgos de una investigación destinada a diseñar una metodología para la elaboración de un modelo de gestión (MdG), como componente básico en la preparación y evaluación de proyectos en el ámbito del Sistema Nacional de Inversiones de Chile (SNI), donde participan formuladores, unidades técnicas, financieras y operativas. La investigación consideró el análisis de metodologías y requisitos de información para la preparación y evaluación de proyectos ex ante, la revisión de modelos ex post, el diseño de una metodología para un modelo y la aplicación en un proyecto (caso), lo cual se realizó a través de entrevistas, observaciones y análisis de documentos. Los resultados obtenidos dan cuenta que las metodologías para la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública (sociales), a diferencia de los proyectos privados, no consideran un módulo ni requisitos de información sobre la organización para la operación de proyectos.

Palabras claves: diseño y gestión, preparación y evaluación de proyectos, modelo de gestión.

DESIGN OF A MANAGEMENT MODEL IN PREPARATION AND EVALUATION OF PROJECTS

Abstract.- This article exposes part of the findings of a research meant for designing a methodology for the elaboration of a management model (MdG), as a basic component in the preparation and evaluation of projects within the scope of the Sistema Nacional de Inversiones de Chile (SNI), where participate formulators, technical, financial and operational units. The investigation considered the analysis of methodologies and information requirements for the preparation and evaluation of ex ante projects, the review of ex post models, the design of a methodology for a model and the application in a project (case), which was done through interviews, observations and analysis of documents. The results obtained show that the methodologies for the preparation and evaluation of public investment projects (social), unlike of private projects, they do not consider a module or requirements of information on the organization for the operation of projects.

Keywords: design and management, preparation and evaluation of projects, management model.

Introducción

A diferencia de los proyectos privados, que cuentan con un módulo de información sobre la organización para la operación del proyecto, los proyectos públicos adolecen de dicha información, necesaria tanto para la evaluación ex ante como para la evaluación ex post. Por esta razón es que se propone el diseño de una metodología para la elaboración de un MdG como componente básico en la preparación y evaluación de proyectos en el ámbito del SNI.

En consecuencia, se diseña una metodología para la elaboración de un MdG que corrija las deficiencias en el diseño y gestión de proyectos, lo cual implicó: revisar la existencia de un módulo de información de gestión en el diseño y evaluación ex ante a partir de una muestra de proyectos; examinar la aplicación práctica de un modelo teórico de gestión a partir de una muestra de proyectos; diseñar indicadores estándares para la planificación y control de la gestión de proyectos; y explicar el desempeño operativo de proyectos (muestra) de acuerdo con un MdG estándar.

Los hallazgos muestran que los proyectos involucrados en el estudio, organizan la operación de su actividad regular considerando orientaciones que emanan de la Unidad Operativa responsable de su administración, sin embargo, contar con un MdG formal en la pre inversión (ex ante) para su puesta en marcha (ex post), habría sido una guía útil para su sustentabilidad y buen funcionamiento.

¹ Alex Javier Latorre Cárdenas, latorre.alex@gmail.com. Doctorando Doctorado en Proyectos UNINI (autor). (**Autor corresponsal**).

² Salvador Felipe Espinet Vásquez, sfespinet@gmail.com Director de Tesis Doctorado en Proyectos UNINI (coautor)

Por tanto, la importancia de incorporar un MdG³ con una metodología propia, contribuye a complementar la teoría de la preparación y evaluación de proyectos (desde la perspectiva del SNI) y en términos prácticos, representa un aporte a la administración del proyecto para garantizar un correcto funcionamiento⁴ y otorgar el nivel de servicio para los clientes/beneficiarios (ex post)⁵.

Lo anterior permite concluir que el diseño de una metodología para la elaboración de un MdG, trasciende el SNI pues sus contenidos posibilitan la elaboración de una matriz de marco lógico y un modelo de negocio. Y además, el haber considerado la aplicación del modelo en un proyecto tipo (jardines infantiles), contribuye a corregir las deficiencias observadas en las fases de diseño y gestión.

Como línea de continuidad en estudios posteriores, dentro de los “objetivos relevantes” del Ministerio de Desarrollo Social (2019), cabe la oportunidad de promover una mejora continua al sistema de evaluación de programas sociales y a la evaluación de iniciativas de inversión, de tal modo de fortalecer su rol como insumo relevante en la toma de decisiones. (p. 1)

Y dentro de las limitaciones, siguiendo los “productos estratégicos” del Ministerio de Desarrollo Social (2019), la dificultad de introducir cambios y poner en práctica innovaciones al conjunto de normas, instrucciones y procedimientos que rigen el proceso de inversión pública; orientando la formulación, ejecución y evaluación de iniciativas de inversión; entregando instrumental metodológico actualizado, capacitación en materias de evaluación social de proyectos, registro de iniciativas de inversión en el banco integrado de proyectos y retroalimentación a los procesos de inversión a través de la evaluación ex post. (p. 2)

Tal cual se define en UNINI (2018), en su texto “introducción a proyectos”:

Un proyecto es una operación de estudio e innovación, y el resultado de dicha operación. Es dar con la cosa, servicio, producto o resultado que nos va a servir, y ordenar las acciones con anticipación para conseguirlo. Es una actividad humana dirigida a alcanzar un objetivo previamente establecido y con un calendario definido. Para realizar un proyecto de manera óptima, se requiere ser capaz de cumplir cabalmente sus fases, las cuales son diseño y gestión. La fase de diseño corresponde a la formulación metodológica para hallar la solución al problema, y la fase de gestión consiste en la ejecución, control y evaluación de los resultados del proyecto. Lo que hacemos cuando nos abocamos a la tarea de ejecutar un proyecto es buscar la solución para un problema o necesidad, que genera un conflicto. Este problema o necesidad a su vez afecta a determinadas personas quienes desean solucionar esta situación. (p. 1-2)

Por su parte, los proyectos de inversión pública que ingresan al SNI⁶, ocupan la metodología de preparación y evaluación social de proyectos que considera el problema (oportunidad), diagnóstico (estudio de mercado), alternativas (estudio técnico) y evaluación (costos y beneficios para la sociedad valorados en términos económicos⁷), y se omite el módulo sobre “aspectos legales, institucionales y de organización” que afecta la preparación (diseño), evaluación (costos operacionales) y gestión del proyecto.

Como solución al problema se considera el “diseño de una metodología de MdG que contribuya a la eficiencia del diseño y gestión de proyectos”. Los puntos esenciales dicen relación con evidencias (deficiencias) encontradas en la

³ Inconvenientes sobre la gestión de la inversión pública, se pueden encontrar en investigaciones precedentes, tales como: Díez-Silva H., Arboleda J. y Montes-Guerra M. (2011), en su trabajo “Seguimiento y control de proyectos en el sector público. Análisis preliminar del sistema de inversión estatal colombiano”. (p. 87)

⁴ Casimiro H. (2017), al respecto, postula en su tesis “Modelo eficiente de gestión de proyectos para la evaluación, monitoreo y control de la inversión pública en el departamento Huánacu”, que: Fase de Post Inversión. Un PIP se encuentra en la Fase de Pos inversión una vez que ha culminado totalmente la ejecución del PIP. Esta fase comprende la operación y mantenimiento del PIP ejecutado, así como la evaluación ex post. (p. 20).

⁵ A este respecto, Baca (2016) publicó lo siguiente: La gestión de un proyecto social implica el diseño y aplicación de una serie de métodos, técnicas y en ocasiones algoritmos necesarios para el desplazamiento de una estrategia en el territorio o dentro de un sector. La gestión, en ese sentido, implica coordinar los esfuerzos de los actores desde la gerencia del proyecto para cumplir con las metas establecidas y lograr el impacto esperado en determinado sector o comunidad rural. (p. 9)

⁶ Las iniciativas pueden ser presentadas por aquellas instituciones que forman parte del sector público, definidas en el Art. 2 del Decreto Ley Orgánico de Administración Financiera del Estado de Chile (Decreto Ley N° 1.263 del Ministerio de Hacienda) y que cuentan con presupuesto cuya composición en materia de ingresos y gastos que detalla en la Ley de Presupuesto del Sector Público anualmente.

⁷ En la literatura económica, Dupuit (1844) establece por primera vez la atención sobre la necesidad de evaluar la obra pública a través de un análisis de costos y beneficios: “la utilidad y su medición son, por así decirlo, la base de la política económica, [que] estaba tan apegado a definir rigurosamente”. (p. 56)

evaluación ex-post de proyectos (puesta en marcha) sobre lo planificado en la evaluación ex-ante; además de la metodología, la presentación de proyectos al SNI considera requisitos de información sectoriales, que muy pocos sectores lo mencionan, algunos como “plan de gestión” (sin desarrollo); a diferencia de la preparación y evaluación privada de proyectos, que considera un módulo de información sobre la gestión (estudio sobre aspectos legales, institucionales y de organización)⁸.

Las hipótesis (H) y los objetivos planteados dicen relación con:

H1: La información de gestión es un módulo clave para el diseño y evaluación del proyecto. Revisar la existencia de un módulo de información de gestión en el diseño y evaluación ex ante a partir de una muestra de proyectos.

H2: La elaboración de un MdG representa una guía para la puesta en marcha del proyecto. Examinar la aplicación práctica de un modelo teórico de gestión a partir de una muestra de proyectos.

H3: El diseño de indicadores facilita la planificación y control de gestión del proyecto. Diseñar indicadores estándares para la planificación y control de la gestión de proyectos.

H4: La existencia de un MdG ex ante contribuye al buen desempeño del proyecto ex post. Explicar el desempeño operativo de proyectos (muestra) de acuerdo con un MdG estándar.

Materiales y métodos

La metodología utilizada fue de tipo cualitativa cuantificable. La investigación consideró el análisis de metodologías y requisitos de información para la preparación y evaluación de proyectos ex ante, la revisión de modelos en proyectos ex post, el diseño de una metodología para la elaboración de un modelo y la aplicación en un proyecto (caso), lo cual se realizó a través de entrevistas, observaciones y análisis de documentos⁹.

Por medio de una metodología cualitativa, la medida y la cuantificación de los datos constituye el procedimiento empleado para alcanzar la objetividad en el proceso de conocimiento. La búsqueda de la objetividad y la cuantificación se orientan a establecer promedios a partir del estudio de las características de un gran número de sujetos. De ahí se deducen leyes explicativas de los acontecimientos en términos de señalar relaciones de causalidad entre los acontecimientos sociales. Las explicaciones proporcionadas se contrastan con la realidad actual de manera que su concordancia con ella define la veracidad y objetividad del conocimiento obtenido¹⁰.

VARIABLES CRÍTICAS

De acuerdo a los resultados obtenidos del “Bosquejo metodológico de la investigación” en UNINI (2018), las variables “críticas” identificadas en la metodología corresponden a la siguiente relación (ver tabla 1):

⁸ Contreras E. y Zaviezo L. (2012), en su texto “Inversión Pública: Desafíos del Sistema Nacional de Inversiones”, se refiere a aquello, en el apartado 3. Diagnóstico: Fortalezas y debilidades de la institucionalidad vigente. Sintetizando los análisis internos del sistema y las experiencias internacionales: Fortalezas de la institucionalidad vigente: Dentro del subsistema de Análisis Técnico-Económico existen hoy para apoyar su operación, cuatro herramientas básicas de trabajo que a nuestro juicio constituyen parte de las fortalezas del sistema. (p. 4)

⁹ En relación a la metodología de la investigación, conviene seguir a Hernández R. (2014) de su obra denominada “metodología de la investigación”, donde dice que: En toda la obra se manifiesta nuestra posición hacia la metodología de la investigación. Los autores creemos en el “pluralismo metodológico” o la “libertad de método”, por ello podemos ser considerados pragmáticos. Estamos convencidos de que tanto la investigación cuantitativa, como la cualitativa y la mixta han proporcionado aportes trascendentales al conocimiento generado en las diferentes ciencias y disciplinas. (p. xxvi)

¹⁰ La investigación científica en ciencias sociales, se puede abordar desde dos paradigmas o alternativas metodológicas: cuantitativa y cualitativa.

Tabla 1. Variables críticas identificadas en el problema.

Variable	Criterio metodológico	Naturaleza	Modo de comportamiento	Efecto	Fase metodológica (relación)
Información metodológica insuficiente para el diseño (preparación) del proyecto	Independiente ("Deficiencia en el diseño y gestión de proyectos" - Dependiente)	Cualitativa cuantificable	Metodologías no incluyen un análisis de la organización (gestión) del proyecto	Deficiencias en el diseño y gestión del proyecto	Revisión de la existencia de un módulo de información sobre la organización como metodología para la preparación y evaluación de proyectos
Requisitos de información insuficientes para completar el expediente del proyecto	Independiente ("Deficiencia en el diseño y gestión de proyectos" - Dependiente)	Cualitativa cuantificable	Los requisitos de información no incluyen un modelo de organización (gestión) del proyecto	Deficiencias en el diseño y gestión del proyecto	Revisión de la existencia de modelos de gestión como requisitos de información como parte del expediente del proyecto
No existente orientación (teórica) que sirva de guía para la gestión del proyecto en términos prácticos	Independiente ("Deficiencia en el diseño y gestión de proyectos" - Dependiente)	Cualitativa cuantificable	Guía tipo "modelo de gestión" no tiene aplicación práctica en aquellos proyectos que sí lo consideran en teoría	Deficiencias en el diseño y gestión del proyecto	Examen sobre la aplicación (práctica) de un modelo de gestión (teórico) en proyectos "tipo"
Herramientas de apoyo no consideran orientaciones para la planificación y control de gestión del proyecto	Independiente ("Deficiencia en el diseño y gestión de proyectos" - Dependiente)	Cualitativa cuantificable	Ausencia de indicadores dificulta la planificación y control de gestión del proyecto	Deficiencias en el diseño y gestión del proyecto	Diseño de indicadores "estándares" para la planificación y control de gestión de proyectos

Fuente: elaboración propia a partir de las instrucciones impartidas por UNINI (2018).

Plan de trabajo

La investigación se desarrolló conforme a un plan de trabajo, que dice relación con las siguientes fases (F), actividades (n°) y meses (ver tabla 2):

Tabla 2. Diagrama "Plan de trabajo de investigación".

N°	Descripción de las Actividades y Meses según Fases (F1 a F4)
F1	Revisión de la existencia de un módulo de información sobre la organización como metodología para la preparación y evaluación de proyectos (Mes 1 al 3)
1	Identificación de las metodologías de preparación y evaluación de proyectos que consideran información sobre la organización (gestión) del proyecto
2	Descripción (breve) de las metodologías de preparación y evaluación de proyectos que consideran información sobre la organización (gestión) del proyecto
3	Revisión de la información sobre la organización (gestión) para la preparación del proyecto
4	Identificación de errores más frecuentes en la preparación de proyectos
5	Revisión de la información sobre la organización (gestión) para la evaluación del proyecto
6	Identificación de errores más frecuentes en la evaluación de proyectos

7	Determinación de la existencia (o no) de información sobre la organización (gestión) en la preparación y evaluación de proyectos
F2	Revisión de la existencia de modelos de gestión como requisitos de información como parte del expediente del proyecto (Mes 4 al 6)
1	Identificación de requisitos de información para proyectos que consideran información sobre la organización (gestión) del proyecto
2	Descripción (breve) de los requisitos de información para proyectos que consideran información sobre la organización (gestión) del proyecto
3	Revisión del requisito de información sobre la organización (gestión) para la preparación del proyecto
4	Identificación de errores más frecuentes en la preparación de proyectos
5	Revisión del requisito de información sobre la organización (gestión) para la evaluación del proyecto
6	Identificación de errores más frecuentes en la evaluación de proyectos
7	Determinación de la existencia (o no) de información sobre la organización (gestión) de proyectos en los requisitos de información
F3	Examen sobre la aplicación (práctica) de un MdG (teórico) en proyectos "tipo" (Mes 7 al 9)
1	Identificación de los proyectos que han completado la evaluación ex-post o que han sido visitados en terreno
2	Descripción de los principales desviaciones y resultados obtenidos
3	Revisión de la información sobre la organización (gestión) en la evaluación ex-post
4	Descripción de hallazgos de la evaluación ex-post
5	Revisión de la información sobre la organización (gestión) en la evaluación ex-ante
6	Descripción de lecciones aprendidas para la evaluación ex-ante
7	Reconocimiento de la utilidad (o no) de un MdG teórico en términos prácticos
F4	Diseño de indicadores "estándares" para la planificación y control de gestión de proyectos (mes 10 al 12)
1	Descripción de los principales contenidos encontrados sobre la organización (gestión) de proyectos (ex-ante)
2	Descripción de los principales contenidos sobre la organización (gestión) de proyectos aprendidos en la evaluación ex-post
3	Relación de contenidos ex-ante y ex-post con la teoría de la organización de proyectos
4	Revisión de métodos sobre la planificación y control de gestión de proyectos
5	Definición de un modelo que reúna contenidos e indicadores de gestión
6	Prueba del modelo a partir de un proyecto piloto
7	Conclusión sobre el diseño de MdG propuesto

Fuente: elaboración propia, a partir de las instrucciones impartidas por UNINI (2018).

Y respecto a las preguntas, objetivos e hipótesis de investigación, el plan de trabajo se concatena mediante la siguiente relación (ver tabla 3):

Tabla 3. Relación preguntas, objetivos e hipótesis de investigación con el plan de trabajo

Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Plan de trabajo
1. ¿Se identifica y analiza un módulo de información de gestión en el diseño y evaluación ex ante del proyecto?	1. Revisar la existencia de un módulo de información de gestión en el diseño y evaluación ex ante a partir de una muestra de proyectos.	1. H1: La información de gestión es un módulo clave para el diseño y evaluación del proyecto.	F1: Revisión de la existencia de un módulo de información sobre la organización como metodología para la preparación y evaluación de proyectos F2: Revisión de la existencia de modelos de gestión como requisitos de información como parte del expediente del proyecto
2. ¿Existe una aplicación teórico-práctica de un MdG del proyecto?	2. Examinar la aplicación práctica de un modelo teórico de gestión a partir de una muestra de proyectos.	2. H2: La elaboración de un MdG representa una guía para la puesta en marcha del proyecto.	F3: Examen sobre la aplicación (práctica) de un MdG (teórico) en proyectos "tipo"
3. ¿Se establecen indicadores o variables para la planificación y control de la gestión del proyecto?	3. Diseñar indicadores estándares para la planificación y control de la gestión de proyectos.	3. H3: El diseño de indicadores facilita la planificación y control de gestión del proyecto.	F4: Diseño de indicadores "estándares" para la planificación y control de gestión de proyectos
4. ¿La existencia de un modelo estándar de gestión facilita un desempeño efectivo de la unidad operativa del proyecto?	4. Explicar el desempeño operativo de proyectos (muestra) de acuerdo con un MdG estándar.	4. H4: La existencia de un MdG ex ante contribuye al buen desempeño del proyecto ex post.	F3: Examen sobre la aplicación (práctica) de un MdG (teórico) en proyectos "tipo"

Fuente: elaboración propia a partir del desarrollo del trabajo.

Resultados

Primeros resultados obtenidos del SNI

El SNI es el marco técnico-institucional-legal dentro del cual se lleva a cabo el proceso de inversión pública. Está conformado por la política de inversión pública, las instituciones que participan en el proceso, los canales administrativos internos e interinstitucionales, las leyes, reglamentos, decretos, etc., vigentes que lo norman, las herramientas metodológicas para identificar, formular, evaluar, ejecutar, administrar, seguir y operar proyectos, el personal técnico y el proceso de toma de decisiones sobre inversión pública.

El SNI comprende los estados de pre inversión, inversión y operación, buscando su racionalidad con el fin de mantener un flujo permanente de proyectos con sendos grados de madurez¹¹.

Un proyecto de inversión pública responde a una decisión sobre uso de recursos con algún o algunos de los objetivos para incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios.

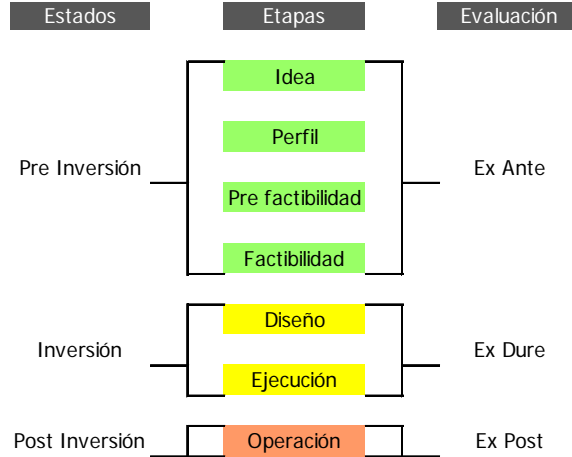
La trayectoria de todo proyecto, se materializa generalmente en una obra física, que constituye su ciclo de vida. En éste se distinguen tres estados sucesivos: pre inversión, inversión y operación. En el primero, se prepara y evalúa el proyecto a fin de determinar si es conveniente ejecutarlo; en el segundo, si se decide llevarlo a cabo, se efectúa el diseño o proyecto de ingeniería de detalle, y la construcción de la obra: por último, en el estado de operación, se pone

¹¹ Dentro de los contenidos del texto de Preparación y Presentación de proyectos de Inversión de Ministerio de Planificación y Cooperación (1993), trata sobre la trayectoria de todo proyecto, que se materializa generalmente en una obra física, constituye su ciclo de vida. En éste se distinguen tres estados sucesivos: pre inversión, inversión y operación. (p. 21)

en marcha la obra terminada, de acuerdo con lo que se proyectó, la que generará durante su vida útil los beneficios netos estimados en el estado de pre inversión¹².

La figura 1 muestra las fases, etapas y momento de la preparación y evaluación del proyecto acuerdo con su ciclo de vida.

Figura 1. Preparación y Evaluación de Proyectos según su Ciclo de Vida



Fuente: elaboración propia, a partir de la revisión de la literatura.

Al respecto, conviene plantear primero el análisis en términos puramente técnicos para después seguir con los económicos. Ambos análisis permiten calificar las alternativas u opciones de proyectos y, como consecuencia de ello, elegir la que resulte más conveniente en relación a las condiciones existentes.

Para determinar la rentabilidad socioeconómica de un proyecto se requieren: estimaciones de los montos de inversión y costos de operación, un calendario de inversión y cifras aproximadas de los ingresos que generaría el proyecto durante su vida útil. Con tales antecedentes el proyecto se evalúa económicamente, determinando así el grado de bondad de cada una de sus alternativas seleccionadas en la etapa de perfil, para compararlas y ordenarlas de acuerdo con su rentabilidad. Y establecer así, cuáles merecen un estudio más profundo y cuáles se descartan¹³.

Al respecto, la tabla 4 muestra un cuadro comparativo en la preparación y evaluación de proyectos de acuerdo con su finalidad: privado y social. Existe una estrecha relación en ambos enfoques (privado y social), la oportunidad y el problema, el estudio de mercado y el diagnóstico, el estudio técnico, legal, institucional, organizacional y las alternativas, y la evaluación privada-financiera y socio-económica. En ambos casos, la evaluación privada y social, recoge la información de ingresos y beneficios del estudio de mercado y diagnóstico respectivamente, mientras que los egresos y costos del estudio técnico, legal, institucional, organizacional y las alternativas respectivamente. Llama la atención que a pesar de la trascendencia que tiene el estudio organizacional (MdG) tanto para la preparación como en la evaluación del proyecto para su sustentabilidad operativa, sólo se hace mención en el enfoque privado¹⁴.

¹² Para el correcto cumplimiento de la fase de pre-inversión, Jenkins et al. (2011), plantean la necesidad de identificar y analizar en detalle los siguientes módulos de información para cada una de las alternativas de solución seleccionadas, de tal manera de asegurar la elección de una alternativa viable y sostenible. (p. 75)

¹³ De modo complementario, Espinoza (2000) publicó lo siguiente: Los juicios que resultan de las evaluaciones ex ante de programas y proyectos sociales se fundan en un conjunto de criterios que pueden ser económicos, sociales, políticos, ambientales, financieros, legales, de género o de otro tipo. (p. 17)

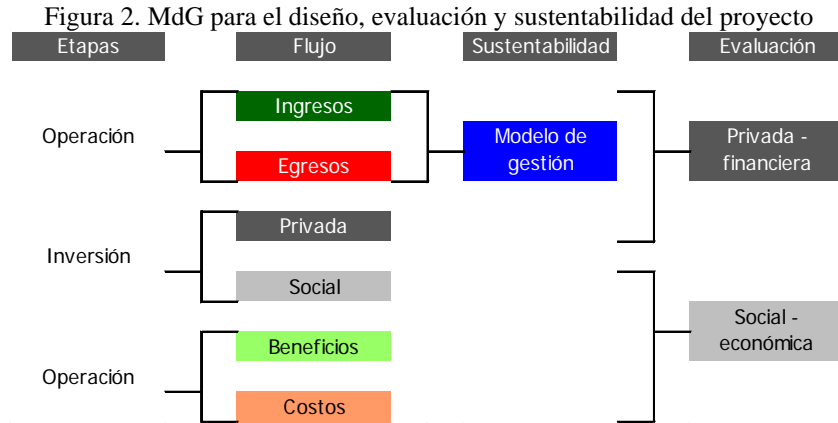
¹⁴ Al respecto, Sapag y Sapag (2008) publicaron lo siguiente: El estudio de la viabilidad organizacional es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa para emprenderlo. (p. 20)

Tabla 4. Preparación y Evaluación de Proyectos según su Finalidad (cuadro comparativo)

		Proyecto privado		Proyecto social	
		Módulo de información	Contenidos	Módulo de información	Contenidos
Preparación del proyecto	Resumen y conclusiones		Oportunidad de negocio	Resumen y conclusiones	Identificación del problema
	Estudio de mercado		Análisis de la demanda	Diagnóstico de la situación actual	Área de estudio e influencia
			Análisis de la oferta		Identificación de la población objetivo
			Análisis del sistema comercial		Demanda, oferta y déficit
	Estudio técnico		Tamaño, proceso productivo, localización	Identificación de alternativas	Optimización de la situación actual
			Obras, insumos, inversiones y producción		Configuración de alternativas
Aspectos legales, institucionales y de organización		Marco legal, análisis institucional, organización		Tamaño, tecnología, localización	
Evaluación del proyecto	Evaluación privada-financiera		Estimación de Ingresos		Estimación de beneficios
			Estimación de egresos		Estimación de costos
			Flujos de caja, indicadores de rentabilidad (VAN, TIR)	Evaluación socio-económica	Flujos de beneficios sociales netos, indicadores de costo-beneficio o costo-eficiencia
	Estudio financiero	Alternativas de financiamiento, instrumentos financieros		Análisis de sensibilidad	

Fuente: elaboración propia a partir de la revisión de la literatura.

De acuerdo los resultados obtenidos de la revisión de la aplicación (práctica) de un MdG (teórico) en proyectos tipo, es posible afirmar que dicho modelo, representa una guía para la puesta en marcha y operación. Además, la existencia de un MdG ex ante contribuye al buen desempeño del proyecto ex post. Cuestión que es posible graficar en la figura 2, donde se representa el rol del MdG para el diseño, evaluación y sustentabilidad del proyecto (puesta en marcha).



Fuente: elaboración propia en base a la revisión de los datos y resultados encontrados

A diferencia de la evaluación de proyectos privada, que trata sus indicadores¹⁵, criterios¹⁶ y resultados sobre la base de ingresos y egresos proyectados en el tiempo, en cuanto a la inversión y operación, y actualizados a valor presente (flujos de caja), la evaluación social¹⁷ en cambio, lo hace sobre la base de beneficios y costos, con la consideración de externalidades, el ajuste de precios sombra¹⁸ y la omisión de impuestos y subsidios (flujo de beneficio social neto); el MdG, capturado de alguna manera en la evaluación privada dentro del módulo sobre aspectos legales, institucionales y de organización, para los proyectos del SNI, resulta igualmente relevante a la hora de dar garantías sobre la sustentabilidad financiera, es decir conocer a priori (ex ante), con qué nivel de organización y de ingresos se espera dar respuesta a los compromisos financieros para garantizar la operación del proyecto, por parte del órgano administrador.

Información (y errores) sobre la gestión en: las metodologías de preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información según sector, de manera conjunta, la figura 3 muestra la Información (y errores) sobre la gestión (n°) encontradas tanto en las metodologías de preparación y evaluación de proyectos como en los requisitos de información según sector. En términos generales, se aprecia que a diferencia de los proyectos privados, donde existe un módulo de información sobre los aspectos legales, institucionales y de organización, tanto en las metodologías de preparación y evaluación de proyectos, como en los requisitos de información para el diseño y ejecución, la organización para la operación (gestión) se encuentra de manera desarticulada y poco uniforme en cada uno de los sectores económicos de inversión.

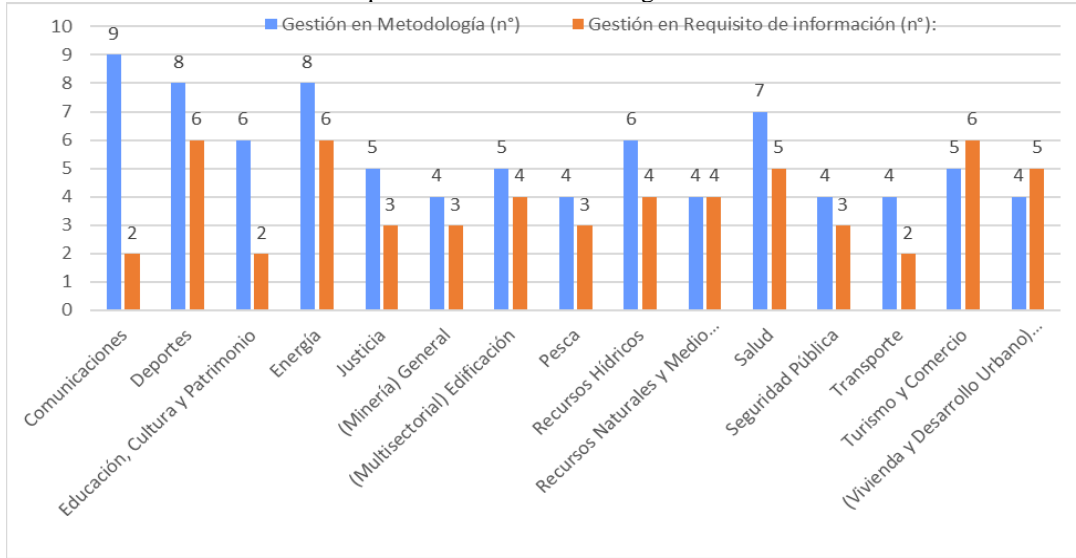
¹⁵ La Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la Presidencia del Uruguay (2014), destaca en su “Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión”: Identificar indicadores para la ejecución / operación. El organismo debería identificar y proponer indicadores para realizar el seguimiento del proyecto durante su etapa de ejecución (indicadores de monitoreo) e indicadores ex-post (o de impacto o de resultado) de los resultados del proyecto, para aplicar durante su etapa de operación. (p. 19)

¹⁶ La “evaluación integral del diseño” se basa en el juicio emitido sobre un conjunto de criterios que permiten valorar de manera integral la propuesta a calificar. Los criterios que utiliza no son exclusivos, varios de ellos se aplican también en otros enfoques que analizan el diseño. Por ejemplo, para algunos autores, la evaluación del diseño sirve para determinar el grado de idoneidad y de factibilidad de las acciones propuestas (Espinoza, 1980).

¹⁷ En el sentido de Kaldor - Hicks (1939) y consecuentemente, un incremento en el bienestar de la sociedad. Este concepto normativo se acepta en fundamento de toda la teoría de la evaluación social de inversiones. (p. 55)

¹⁸ La metodología de Harberger (1964), que se relaciona con el enfoque de multiplicadores de LaGrange, en su aplicación al cálculo de precios sociales sigue la tradición de la Teoría del Bienestar, la que indica que cuando se desea medir o corregir los efectos de alguna distorsión es más eficiente abordarla directamente en el mercado o sector donde se encuentra. (p. 143)

Figura 3. Información (y errores) sobre la gestión (n°) en las metodologías de preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información según sector

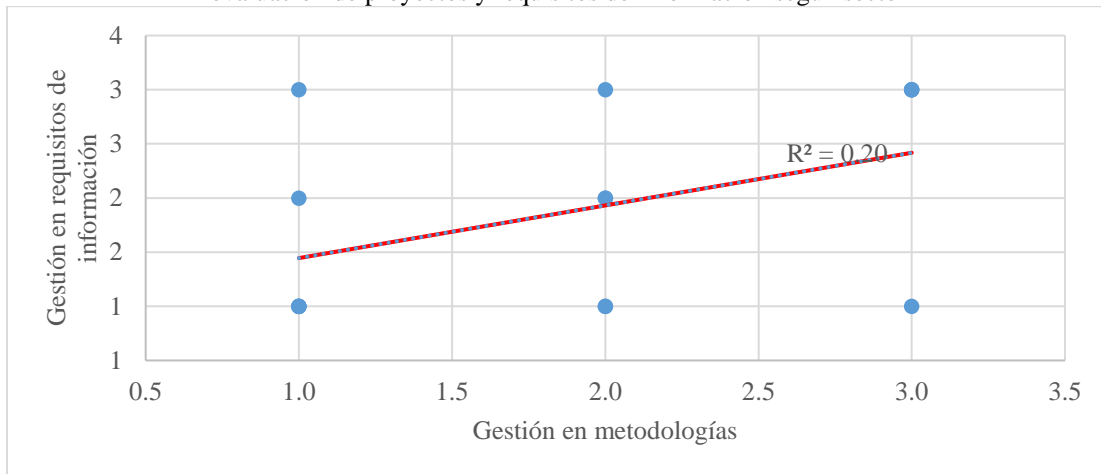


Fuente: elaboración propia en base a la preparación-evaluación en el diseño-ejecución de proyectos de cada sector

Relación entre metodologías de preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información según sector

La figura 4 muestra la relación entre la Información (y errores) sobre la gestión (calificación) encontradas en las metodologías de preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información según sector (ex ante). Los resultados corresponden a lo esperado, a mayor calificación (n°) de Información (y errores) en las metodologías, mayor es la calificación en los requisitos de información, existe un grado de asociación medio entre las variables, 44% medido por medio del estadístico coeficiente de correlación “r”. Y bajo el supuesto de un comportamiento normal de las variables, la información encontrada se explica en un 20% por medio de la evidencia de errores, medido por medio del estadístico coeficiente de determinación “R²”, el otro 80% de la información hallada en los requisitos de información obedece a otras razones (distinto a los metodológicos).

Figura 4. Relación entre Información (y errores) sobre la gestión (calificación) en las metodologías de preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información según sector



Fuente: elaboración propia en base a la preparación-evaluación de proyectos y requisitos de información de cada sector

Elaboración de un MdG a partir de la evaluación ex ante y ex post

De acuerdo con la revisión de la literatura, investigaciones precedentes y resultados de la investigación¹⁹, se diseña una metodología pertinente para la elaboración de un MdG, para la organización de la operación del proyecto, con una serie de módulos y contenidos, aplicado particularmente a los proyectos del SNI, en sus etapas de diseño (arquitectura e ingeniería) y ejecución (construcción), y en general a todos los proyectos de inversión, que adolecen de un módulo de información “compacto” y en los casos donde además, se buscan otros objetivos, tales como: planificación, seguimiento y evaluación de proyectos para su control de gestión, o bien, para el diseño e innovación de un nuevo negocio, por medio de un modelo, son parte de los resultados obtenidos.

La tabla 5 siguiente recoge de manera resumida lo explicado anteriormente, en cuanto al modelo de negocio, propiamente tal, considerando los capítulos y módulos de información, secciones y contenidos, requeridos según a la etapa de inversión del proyecto, esto es diseño o ejecución. Adicionalmente, como aporte a otros instrumentos asociados al control y los negocios, se indica también el ítem (nº) asociado a la matriz de marco lógico del proyecto para su control de gestión, así como al modelo de negocio respectivamente.

Tabla 5. Módulos de información y contenidos para la elaboración de un MdG

Capítulo	Módulos de información	Sección	Contenidos	Etapas	CdG	MdN
1	Alcance de la gestión del proyecto	1.1	Identificación de la Unidad a cargo de su administración	Diseño		
		1.2	Alcance y limitaciones de la administración (en la operación)	Diseño		
		1.3	Descripción de la infraestructura y equipamiento	Ejecución		
		1.4	Descripción del uso y funcionalidad	Ejecución		
2	Calidad de la gestión	2.1	Propuesta de valor (beneficios, solución, satisfacción)	Diseño		1
		2.2	Objetivos: propósito y productos (bienes o servicios)	Diseño	1	
		2.3	Indicadores, medios y supuestos	Ejecución	2	
		2.4	Actividades y responsables claves (en la operación)	Ejecución	3	6
3	Organización en la gestión	3.1	Tipo de Organización	Diseño		
		3.2	Identificación del personal, cargos y funciones clave	Diseño		
		3.3	Beneficiarios (usuarios), relaciones (personal?) y canales (web?)	Ejecución		2, 3, 4
		3.4	Alianzas y socios clave	Ejecución		8
4	Recursos para la gestión	4.1	Descripción de recursos para la operación (personal, bienes y servicios de consumo)	Diseño		7
		4.2	Descripción de recursos para la mantención	Diseño		
		4.3	Compromisos de operación y mantención (cuantificación)	Ejecución		
5	Estado de resultado	5.1	Fuente de ingresos	Diseño		5
		5.2	Estructura de costos	Diseño	4	9

¹⁹ Parte de la revisión de la literatura consultó al Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (2004), en tu texto “Los sistemas nacionales de inversión pública en Centroamérica: marco teórico y análisis comparativo multivariado”.

	para la gestión	5.3	Flujo de caja (en la operación "regular")	Ejecución		
6	Gestión de riesgos	6.1	Cronograma de actividades clave (en la operación)	Diseño	5	
		6.2	Identificación de escenarios desfavorables (en la operación)	Ejecución		
		6.3	Identificación de acciones proactivas o preventivas	Ejecución	6	

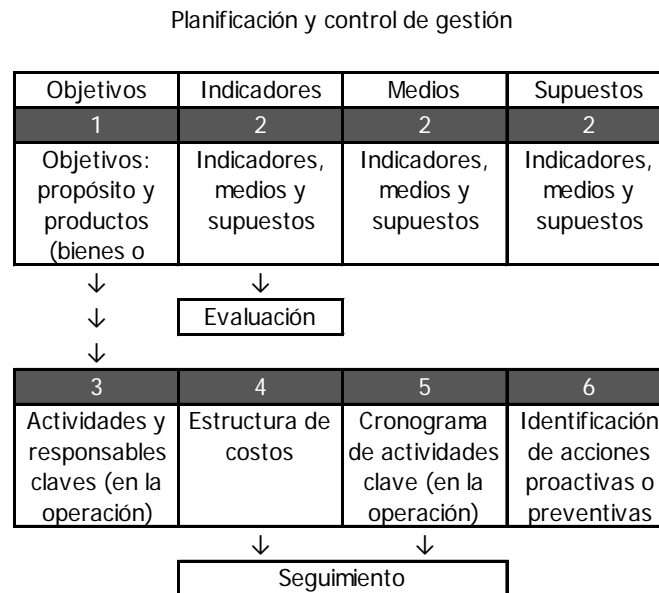
Fuente: elaboración propia, a partir de la revisión de la literatura y resultados de la investigación.

Módulos de información a partir del MdG para la elaboración de una Matriz de Marco Lógico²⁰

La figura 5 siguiente recoge de manera resumida lo explicado anteriormente, en cuanto a la matriz de marco lógico, para su posterior evaluación y control de gestión. Los objetivos desarrollados como parte del MdG, es lo que la matriz de marco lógico reconoce como la primera columna de la matriz (1), de objetivos mediante el cual se resuelve analíticamente la estructura en cuanto a su estrategia de intervención. A continuación, los indicadores, medios y supuestos (2), se puede organizar inmediatamente los objetivos, a nivel de propósito y/o productos. Los indicadores servirán para medir el desempeño del proyecto en su puesta en marcha y operación, en términos de los logros que busca el proyecto.

En el nivel inferior, las actividades y responsables clave (3), definidas en el MdG, si bien, no están lo suficientemente desagregadas, puesto que son las principales, al menos representan una primera aproximación para, a continuación definir su valorización y tiempo previsto para su realización, es decir un presupuesto (4) y cronograma de actividades (5), lo cual permitirá hacer el seguimiento del proyecto y control de su gestión. Adicionalmente, el cuadro se complementa con las acciones proactivas y preventivas (6), con relación a los supuestos, factores críticos de éxito y medidas de contingencia ante situaciones desventajosas.

Figura 5. Módulos de información para la elaboración de una matriz de marco lógico



Fuente: elaboración propia, a partir de la revisión de la literatura y resultados de la investigación.

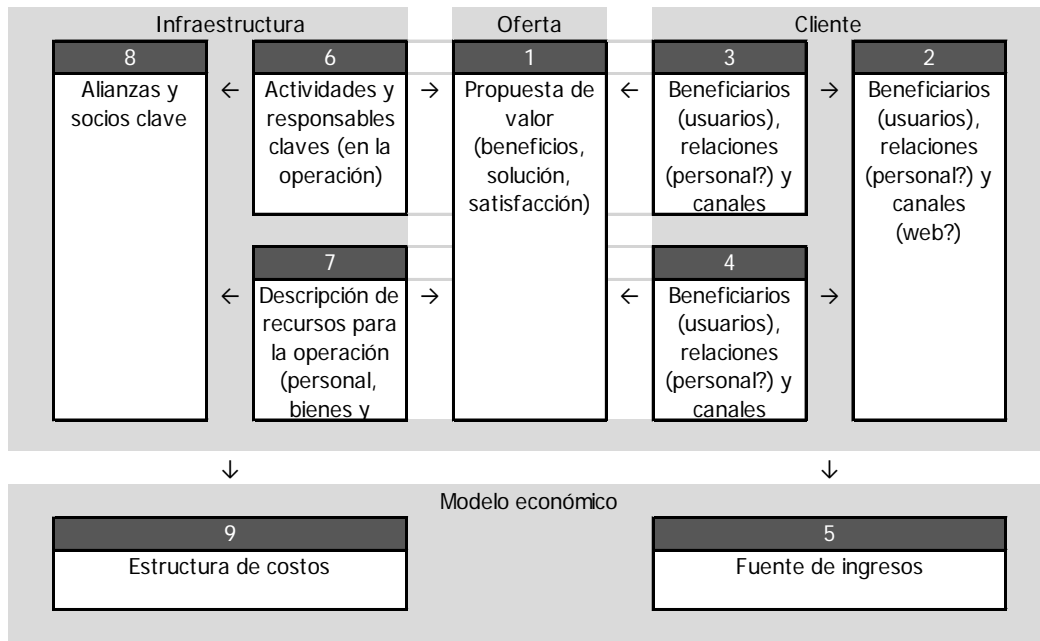
Módulos de información a partir del MdG para la elaboración de un Modelo de Negocios

La figura 6 siguiente recoge de manera resumida lo mencionado anteriormente, en cuanto al modelo de negocio. La propuesta de valor (1), que considera beneficios para dar satisfacción a los usuarios y solución al problema y que el modelo de negocio lo reconoce como "oferta". Por su parte, los beneficios, relaciones y canales (1, 2 y 3), corresponden

²⁰ A modo de ejemplo, revisar metodologías reconocidas para el diseño y gestión de proyectos, tales como la Matriz de Marco Lógico, e incorporar elementos útiles para los fines del módulo de gestión operativa en la búsqueda de la sustentabilidad del proyecto. EVO (1997).

al cuadrante del “cliente”. A continuación, las actividades (6), los recursos (7) y las alianzas (8), es lo que se organiza en el cuadrante de la infraestructura. Y por último el cuadrante económico, conformado por las variables (contenidos) ingresos (5) y costos (9).

Figura 6. Módulos de información para la elaboración de un modelo de negocio
Modelo de negocios



Fuente: elaboración propia, a partir de la revisión de la literatura y resultados de la investigación.

Discusión

Aplicación de la metodología para la elaboración de un MdG en un proyecto tipo

Para escoger un proyecto donde poder calibrar (probar) el MdG, se privilegió un proyecto “ejemplar” representativo en el ámbito del SNI. Para lo cual se tomó en consideración un trabajo recién iniciado por el Ministerio de Desarrollo Social (2019), denominado “Boletín de Buenas Prácticas en Formulación de Proyectos de Inversión” cuyo primer ejemplar consideró ocho jardines infantiles dentro de 16 proyectos representativos del país en el sector educación.

El Sector Educación se compone de diversos subsectores, sin embargo, en esta edición se podrán consultar buenas prácticas utilizadas en la formulación y evaluación de proyectos de Educación Prebásica, la cual juega un rol predominante en la estimulación temprana de la población y de Educación Básica y Media, que no solo dan continuidad a la anterior, sino que busca que el proceso de transmisión de conocimientos a los alumnos se lleve de manera óptima. La mayor dificultad de estas iniciativas no radica en la evaluación de las alternativas, sino en la formulación del proyecto. Ello se evidencia principalmente al momento de estimar el área de influencia, definir la población y calcular el déficit que justifica la intervención. Sin embargo, también es posible consultar en esta edición algunas buenas prácticas referidas a la evaluación de alternativas, tales como la medición de costos de traslado, elaboración de modelos de gestión que determinan con mayor exactitud los costos o el análisis de posibles localizaciones. El objetivo de esta publicación persigue contribuir a mejorar la formulación de proyectos de educación, en los subsectores antes mencionados, por parte de aquellas instituciones que presentan iniciativas al S.N.I, mediante las buenas prácticas capturadas por los analistas de cada región en sus proyectos, pudiendo ser consultadas por los formuladores. (p. 2)

En este sentido, aprovechando la reciente construcción y puesta en marcha (2018-19) de dos establecimientos “meta presidencial” de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI)²¹, se determinó por probar el modelo en dos proyectos: “Jardín Infantil Continente Blanco” y “Jardín Infantil Cumbres Patagónicas”.

²¹ La Meta Presidencial señala “Más Salas Cuna y Jardines Infantiles para Chile”, programa de Aumento de Cobertura en Educación Parvularia que se enmarca en la Reforma Educacional y que permitirá instalar 70 mil nuevos cupos en el primer nivel educativo.

De esta manera, la información se elabora de manera lógica y secuencial, y se organizará en seis grupos (módulos de información): Alcance de la gestión del proyecto (M1), Calidad de la gestión (M2), Organización en la gestión (M3), Recursos para la gestión (M4), Estado de resultado para la gestión (M5) y Gestión de riesgos (M6).

En primer lugar, si bien en la preparación y evaluación del proyecto a nivel de perfil, se desprenden el Alcance de la gestión del proyecto (M1), resulta útil para los expertos (JUNJI y Jardines), formalizarlos en un documento (MdG) que permitan identificar a la organización responsable de la operación del proyecto, su alcance y limitaciones. Esta información (ex ante) no presenta observaciones ni discrepancias en la puesta en marcha (ex post).

En segundo lugar, la Calidad de la gestión (m2), coinciden en que para desarrollar una buena gestión, resulta del todo relevante tener siempre a la vista los servicios (productos) que genera el Jardín, para satisfacer las necesidades de la comunidad educativa (párvulos, personal del establecimiento, padres y apoderados) y en consecuencia resolver el problema que dio origen al proyecto de inversión.

En tercer lugar, la Organización en la gestión (M3), a pesar que en las estructuras educativas los roles son bastante formales, en la práctica la cultura y clima organizativa pueden marcar un estilo y sello en su actuar, por tanto dejar por escrito algunos procedimientos facilitaría la organización del trabajo y las relaciones con los distintos actores que intervendrán en la gestión del proyecto. Para la sección “Alianzas y socios clave” no se encontró información ex ante. Se sugiere complementar con proveedores y entidades aportante, tales como: Secretaria Regional Ministerial de Educación, Subsecretaría de Educación Parvulario, Superintendencia de Educación a través de la Intendencia de Educación Parvularia, JUNAEB, empresas contratistas y proveedores mediante Ley de Compras Públicas.

En cuarto lugar, los Recursos para la gestión (M4), son fundamentales para garantizar la sustentabilidad financiera del proyecto, si bien los recursos son aportados por el sostenedor (JUNJI) al (los) Jardín (es), mediante transferencias corrientes para solventar los recursos necesarios para la operación y mantención del proyecto, tales como gastos en personal y en bienes y servicios de consumo, estos deben ser mesurados y valorizados. En la evaluación ex post, los recursos para la mantención, corresponden a la Unidad de Construcción y Mantención de Espacios Educativos Regional, mediante un Plan de Mantención elaborado en base al diagnóstico de los locales, solicita recursos anuales que son autorizados por la misma área institucional a nivel central, los que son ejecutados mediante contratos de servicios de mantención sujetos a las disposiciones de la Ley de Compras Públicas y rendidos conforme disposiciones institucionales.

En quinto lugar, el Estado de resultado para la gestión (M5), los ingresos se suponen equivalentes al presupuesto inercial de gastos regulares de operación (Asignaciones mediante Ley de Presupuesto del Sector Público), éstos no se identifican, cuantifican ni valoran en función de un presupuesto de ingresos, para la construcción de un flujo de caja de operación. No se encontró evidencia en la pre inversión (evaluación ex ante). Se recomienda hacer un esfuerzo para identificar escenarios con déficit o superávit.

Por último, para la Gestión de riesgos (M6) no se encontró información en la pre inversión (ex ante) y en virtud de algunas situaciones negativas presentadas en la puesta en marcha y primer año de operación, se han echado de menos las actividades clave, críticas para el éxito, donde se ha tenido que actuar de manera reactiva (en lugar de prevenir) ante alguna emergencia. Para esto último se reconoce la importancia (y utilidad) de contar con algún fondo de contingencias (o emergencia) donde echar mano frente a escenarios desfavorables, tales como reparaciones menores y atraso en el pago de proveedores de servicios básicos.

Conclusiones

Los hallazgos muestran que los proyectos involucrados en el estudio, organizan la operación de su actividad regular considerando orientaciones que emanan de la Unidad Operativa responsable de su administración, sin embargo contar con un MdG formal en la pre inversión (ex ante) para su puesta en marcha (ex post), habría sido una guía útil para su sustentabilidad y buen funcionamiento²².

²² Siguiendo a Morales (2010), encontramos lo siguiente: El estudio organizacional busca determinar la capacidad operativa de la organización dueña del proyecto con el fin de conocer y evaluar fortalezas y debilidades y definir la estructura de la organización para el manejo de las etapas de inversión, operación y mantenimiento. (p. 2)

Por tanto, la importancia de incorporar un “MdG” con una metodología propia, contribuye a complementar la teoría de la preparación y evaluación de proyectos (desde la perspectiva del SNI) y en términos prácticos, representa un aporte a la administración del proyecto para garantizar un correcto funcionamiento y otorgar el nivel de servicio para los clientes/beneficiarios (ex post).

Lo anterior permite concluir que el diseño de una metodología para la elaboración de un MdG, trasciende el SNI pues sus contenidos posibilitan la elaboración de una matriz de marco lógico y un modelo de negocio. Y Además, el haber considerado la aplicación del modelo en un proyecto tipo (jardines infantiles), contribuye a corregir las deficiencias observadas en las fases de diseño y gestión.

En la aplicación de modelo en un proyecto tipo (jardines infantiles) que reúna contenidos e indicadores de gestión, requiere del diseño de una metodología que permita prever y documentar la manera en que la unidad operativa (JUNJI) llevará a efecto la administración del proyecto (organización para la operación), que permita mantener su operación y financiamiento en el tiempo (sustentabilidad). Para lo cual se diseña una metodología general de información (estándar), lo suficientemente amplia y flexible para representar la realidad y poder adaptarse a cualquier proyecto.

Si bien gran parte de la información puede ser traspasada en un documento “MdG”, la información que está ausente es aquella que dice relación con la evaluación ex post y control de gestión, lo que está tipificado como “Indicadores, medios y supuestos” (esta información es inherente a la matriz de marco lógico, método que no es requerido para los proyectos en el SNI). Producto de la evaluación ex post, como resultado de la operación, se obtuvo los siguientes indicadores para productos:

- Servicio educativo ofrecido: 188 cupos (conforme proyecto)
- Contratación del personal: 33 funcionarios (1 directora, 1 administrativo, 7 educadoras de sala, 21 técnico, 3 auxiliares)
- Recintos: 7 Salas de Actividades, salas de mudas, salas de hábitos higiénicos, patios, sala multiuso, sala amamantamiento, oficinas, cocinas, comedor, bodegas y servicios higiénicos
- Superficie Edificada: 1.127m² construidos, recibidos y entregados al administrador
- 33 funcionarias contratadas
- 142 párvulos matriculados (a noviembre 2019) (matricula conforme nuevas disposiciones institucionales)
- 7 Salas de Actividades, sala multiuso, cocina, comedor, bodega y servicios higiénicos
- 1.127 mts² construidos
- Reclutamiento del personal e inducción: Subdirección de Gestión de Personas JUNJI
- Campaña de difusión para completar la matrícula de acuerdo con el n° de cupos: Unidad Educativa con apoyo de la Subdirección de Comunicaciones y Ciudadanía JUNJI
- Construcción de obras de infraestructura y complementarias: Unidad de Construcción y Mantenimiento de Espacios Educativos JUNJI
- instalaciones servicios básicos (agua, luz, gas): Unidad de Construcción y Mantenimiento de Espacios Educativos JUNJI
- Instalación de equipos y mobiliario: Subdirección de Recursos Físicos JUNJI

En definitiva, la no existencia de un módulo formal de información sobre la organización para la operación del proyecto, por medio de las metodologías de preparación y evaluación de proyectos (ex ante) o bien, mediante los requisitos de información sectoriales, justifican la instalación de un MdG como componente básico para la planificación, seguimiento y la evaluación del proyecto, representa una garantía para la sustentabilidad financiera en la operación, mediante la generación de bienes y servicios y la obtención de los beneficios económicos-sociales en la búsqueda de dar respuesta y satisfacción al problema-solución.

Agradecimientos

A mi señora Laly Castro y a mis hijos Francisco y Gabriel, por su apoyo incondicional. Por existir y ser la razón de mi vida. A la Fundación Universitaria Iberoamericana y la Universidad Internacional Iberoamericana, y por su intermedio, a mi Director Salvador Espinet, a mis profesores y compañeros. Por compartir sus conocimientos y experiencias. Y a todos quienes de alguna u otra manera, posibilitaron la presente investigación, ¡muchas gracias!.

Referencias

- Baca G. (2016). Evaluación de proyectos quinta edición por McGraw-Hill/Interamericana editores, s.a. de c.v. México, D. F. Reg. Núm. 736 ISBN 978-607-15-0922-2.
- Casimiro H. (2017). "Modelo eficiente de gestión de proyectos para la evaluación, monitoreo y control de la inversión pública en el departamento Huánacu", Perú.
- Contreras E. y Zaviezo L. (2012). "Inversión Pública: Desafíos del Sistema Nacional de Inversiones", Santiago de Chile.
- Díez-Silva H., Arboleda J. y Montes-Guerra M. (2011). "Seguimiento y control de proyectos en el sector público. Análisis preliminar del sistema de inversión estatal colombiano". Colombia.
- Dupuit J. (1844). "On the Measurement of the Utility of Public Works", *Annales des Dupuit*.
- Espinoza M. (1980). Evaluación de Proyectos Sociales. Ministerio de Cultura y Deportes, Costa Rica.
- Espinoza A. (2000). Metodología de evaluación ex ante de Programas Sociales. Serie: Material de Apoyo a la Planificación Social. Documento de Trabajo N° 4.
- EVO (1997) Evaluación: Una Herramienta de Gestión para Mejorar el Desempeño de los Proyectos. BID, Santiago de Chile.
- Hernández R. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill C.P. 01376, México D.F. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Harberger A. (1964). "The Measurement of Waste", 1964, *AER Project Evaluation*, 1972.
- Hicks J. (1939). «The Foundations of Welfare Economics». *Economic Journal* 49 (196): 696-712. doi:10.2307/2225023.
- Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (2004). "Los sistemas nacionales de inversión pública en Centroamérica: marco teórico y análisis comparativo multivariado", Santiago de Chile.
- Jenkins G, Kuo CY, Harberger A. (2011). *The Integrated Analysis of Investment Projects*. Capítulo 1 en: Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions. Development Discussion Papers, DDP 2011-1. Queen's University, Ontario, Canadá.
- Kaldor N. (1939). «Welfare Propositions in Economics and Interpersonal Comparisons of Utility». *Economic Journal (The Economic Journal)* 49 (195): 549-552. doi:10.2307/2224835.
- Ministerio de Hacienda (1975). Decreto Ley N° 1.263 Orgánica de Administración Financiera del Estado de Chile.
- Ministerio de Planificación y Cooperación (1993). "Preparación y Presentación de Proyectos de Inversión", Santiago de Chile.
- Monje C. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa guía didáctica. Universidad surcolombiana Facultad de ciencias sociales y humanas.
- Morales C. (2010) Colección Gerencia de Proyectos Formulación y Evaluación de Proyectos. Unidad de Aprendizaje: Estudio Organizacional y Legal. Medellín, Colombia.
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la Presidencia del Uruguay (2014). "Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión". Uruguay.
- Sapag N. y Sapag R. (2008). Preparación y evaluación de proyectos. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana S.A. Carrera 11 No. 93-46 oficina 301. Bogotá, D.C., Colombia.

EVALUACIÓN MULTISENSORIAL DE MARCAS DE TEQUILA EN LOS JÓVENES DE VERACRUZ, MÉXICO

Osiris María Echeverría¹, Fernando Erasmo Naranjo García²
Esteban González García³, Enrique de Jesús Mohedano Torres⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 18/12/2019 Aceptado: 23/04/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- En el consumo de bebidas alcohólicas en México destaca el tequila, al ser el destilado más consumido a nivel nacional. El objetivo del estudio es realizar una evaluación multisensorial para determinar los atributos intrínsecos que influyen en el consumo de diversas marcas de tequila (Azul, Cabrito, Cien Años, Jimador y José Cuervo). Se realizó un experimento de diseño factorial 5 x 20 en la región de Veracruz, México en la población joven de 18 a 25 años obteniéndose 600 observaciones. Los principales resultados indican que el tequila Cabrito fue el mejor evaluado en forma global. Mientras que el atributo intrínseco olfato es el único que mostró una diferencia significativa en el consumo de las cinco marcas. En el caso del tequila Cabrito, se identifica que sus puntuaciones son mayores en el atributo color, lo que se convierten en ventajas competitivas para las empresas productoras de tequila.

Palabras clave: Marcas, Tequila, atributos, multisensorial

MULTISENSORY EVALUATION OF TEQUILA BRANDS IN THE YOUNG OF VERACRUZ, MÉXICO

Abstract.- In the consumption of alcoholic beverages in Mexico, tequila stands out, being the most consumed distillate nationwide. The objective of the study is to carry out a multisensory evaluation to determine the intrinsic attributes that influence the consumption of various brands of tequila (Azul, Cabrito, One Hundred Years, Jimador and José Cuervo). A 5 x 20 factorial design experiment was carried out in the Veracruz region, Mexico in the young population between 18 and 25 years old, obtaining 600 observations. The main results indicate that Cabrito tequila was the best evaluated globally. While the intrinsic smell attribute is the only one that showed a significant difference in the consumption of the five brands. In the case of Cabrito tequila, it is identified that their scores are higher in the color attribute, which become competitive advantages for tequila-producing companies.

Keywords: Brands, Tequila, attributes, multisensory

Introducción

El consumo de bebidas alcohólicas en México es variado, sin embargo, destaca el tequila, al ser el destilado más consumido a nivel nacional. De esta forma, en el campo de las bebidas emblemáticas de México, el tequila ocupa un lugar privilegiado a nivel nacional, no solo por el contenido étnico-cultural que logra diferenciarlas de otras bebidas alcohólicas (López-Rosas y Espinoza-Ortega, 2016), sino también por su representatividad económica, con un crecimiento en el volumen de ventas del 15,1% entre 2010 y 2015 (Financiero, 2016).

A pesar de ser una de las bebidas de mayor consumo en México, los estudios realizados desde el enfoque del consumidor han sido escasos (Leyva-Reyes y Camacho-Gómez, 2019, Soto-Romero, Gutiérrez-Osnaya y Fragoso-Trejo, 2016 y Villalobos-Rodríguez, 2019). En contraste con lo explicado por Royo-Vela y Ortegón-Cortázar (2019) quienes mencionan que los sentidos de las personas tienen una directa implicación sobre la preferencia, motivación y recuerdos de los productos y marcas. En consecuencia, y como respuesta a un ambiente competitivo y convulsado, la mercadotecnia sensorial es un detonante que puede estimular favorablemente los elementos clave del comportamiento de compra del consumidor del sector de bebidas alcohólicas. De este modo, la mercadotecnia comienza a cambiar sus patrones básicos de enfocarse únicamente al producto a la creación de experiencias para el consumidor (Doucé y Janssens, 2013 y Kim y Sullivan, 2019).

¹Dra. Osiris María Echeverría Ríos. Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo. cposirisecheverria@gmail.com (**Autor correspondiente**).

²C.Dr. Fernando Erasmo Naranjo García. Comermann. fengarcia@gmail.com

³C.Dr. Esteban González García. Instituto Superior Tecnológico de Poza Rica. zid_3000@hotmail.com

⁴Mtro. Enrique de Jesús Mohedano Torres. Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo. Ejmt_160291@hotmail.com

Sin embargo, la mayoría de las investigaciones de mercadotecnia sensorial se han centrado en sectores como el de alimentos y música (Krishna, 2012; Royo Vela y Ortegón-Cortázar, 2019). En tanto que, en la industria de las bebidas alcohólicas, como lo explica Velasco et al. (2013) se han encontrado escasos estudios de análisis multisensorial y generalmente se concentran en el segmento de vinos (D'Alessandro y Pecotich, 2013; Lick et al., 2017; North, 2012; Oberfeld et al., 2009; Soares et al., 2016; Spence y Wan, 2015; Spence, Velasco y Knoeferle, 2014; Spence, 2018) y en menor medida en el mezcal (López-Rosas y Espinoza-Ortega, 2016), el ron (Ickes y Cadwallader, 2018), el whisky (Velasco et al., 2013), la cerveza (Reinoso-Carvalho, et al. 2019; Michón, Mío y Córdova, 2011) y el vodka (Wang y Spence, 2015).

De este modo, Royo Vela y Ortegón-Cortázar (2019) contemplan que existe una relación inherente entre los atributos sensoriales y la evaluación hecha por los consumidores. Del mismo modo, D'Alessandro y Pecotich (2013) encuentran que el consumo y evaluación del vino está claramente influenciada por atributos extrínsecos e intrínsecos. Mientras que, Reinoso-Carvalho et al. (2019), encuentra relevante el atributo de sabor en el estudio con cerveza. En este sentido las estrategias de mercadotecnia se han centrado mayormente en la parte visual y auditiva, dejando de lado los sentidos como el tacto, olfato y gusto, faltando ese enfoque holístico donde intervienen los cinco sentidos (Hasse y Wiedmann, 2018).

De esta forma, los empresarios de la industria de las bebidas alcohólicas también comenzaron a mostrar mayor interés en el desarrollo y análisis de experiencias multisensoriales para entender el comportamiento del consumidor y así crear ventajas competitivas en relación al producto y marca (Velasco et al. 2013, Spence, 2018). Sin embargo, aún hay una falta de congruencia de los estudios sensoriales del comportamiento del consumidor (Krishna, 2012), a pesar del crecimiento exponencial que se ha observado en la disciplina de mercadotecnia sensorial, de acuerdo a Krishna, Cian y Sokolova (2016), López-Rúa (2015) y Haase y Wiedmann (2018).

Sin embargo, en México en los escasos estudios encontrados acerca del Tequila (Leyva-Reyes y Camacho-Gómez, 2020, Soto-Romero et al., 2016 y Villalobos-Rodríguez, 2019) no demuestran los atributos sensoriales que más afectan la evaluación de los clientes, por lo que se hace necesario su estudio para beneficio de la industria de las bebidas alcohólicas. Para de esta manera, identificar si realmente el cliente encuentra diferencias entre las distintas marcas de tequila propuestas, dichos resultados se traducen en estrategias para las empresas privadas del sector en cuanto al proceso de precisar si las actividades en el área de mercadotecnia están siendo efectivas traduciéndose en decisiones de compra positivas para las empresas. Por lo tanto, el principal objetivo de la investigación es realizar una evaluación multisensorial para determinar los atributos intrínsecos que influyen en el consumo de diversas marcas de tequila en México (Azul, Cabrito, Cien Años, Jimador y José Cuervo).

Para la investigación se utilizó un diseño experimental, que en mercadotecnia es frecuentemente usado (D'Alessandro y Pecotich, 2013, DeSarbo, Lehmann y Hollman, 2004 y Keppel y Wickens, 2004). Por lo tanto, se realizó el experimento en etapas. Por tal motivo previamente se observará la revisión de literatura, y posterior a la metodología de la investigación, los resultados y finalmente la discusión y conclusiones.

Revisión de Literatura

Una de las principales funciones de las marcas es transformar la experiencia del consumidor en productos o servicios (Brexendorf et al., 2015). Así pues, una de las estrategias de la mercadotecnia sensorial más utilizadas en la construcción de una marca es la realizada a través de lo visual, sonoro, olfativo, gustativo o táctil (Ortegón-Cortázar y Gómez-Rodríguez, 2016). Del mismo modo, Krishna (2012) explican que durante el transcurso de las dos décadas anteriores los investigadores del comportamiento del consumidor han incorporado los elementos de la vista, tacto, oído, olfato y gusto en sus investigaciones. Por lo tanto, la mercadotecnia sensorial implica los sentidos e influye en el comportamiento del consumidor como explica Krishna (2012).

De esta forma, Hussain (2014) menciona que, al incorporar los sentidos, éstos no solamente influyen en la elección del consumidor, sino también en la diferenciación del producto. En consecuencia, se involucra la memoria sensorial y finalmente se convierte en parte del proceso de toma de decisiones. Debido a lo anterior, los sentidos son los que moldean el gusto y preferencia por los productos que se consumen; desde un punto de vista objetivo, el conocimiento científico de los gustos del consumidor es un referente obligado para un mejor desempeño del mercado pues permite el desarrollo de nuevos alimentos, la mejora de la calidad de los existentes, etc, sin importar el producto que se trate. En consecuencia, Hultén (2011) afirma que la razón por la cual las empresas desarrollan estrategias de mercadotecnia

sensorial es porque las distingue de su competencia especialmente cuando los atributos de precio y calidad son similares a los de su competencia.

De esta manera, de acuerdo a Hultén, Broweus y Dijk (2009) la mercadotecnia sensorial reconoce como las empresas deben de tratar a su consumidor, de manera más especial e individual, a diferencia del trato en masa que le da la mercadotecnia tradicional. Por lo que el éxito de esta nueva tendencia de mercadotecnia se refleja a través de las emociones y la experiencia del consumidor. Dicho conocimiento es desarrollado a través de técnicas de investigación de mercado y métodos de análisis sensorial y multivariante (Ramírez-Navas, 2012). A este respecto, Spence (2016) subraya en las investigaciones la importancia de los atributos sensoriales se centran en el empaque, color, forma, textura, sonido y olfato, lo que conlleva a una estimulación multisensorial.

En este tenor, la mercadotecnia ha desarrollado diferentes métodos en evaluación sensorial, entre ellos destacan tres tipos: de discriminación, análisis descriptivo y las pruebas hedónicas (Lawless y Heymann, 2010). A este respecto, se identificó que el método más adecuado en el presente estudio son las pruebas hedónicas, ya que examinan la aceptación de las preferencias del consumidor como un todo, ya sea en forma de escala, en pruebas de comparación o en lo concerniente a atributos sensoriales específicos (Haase y Wiedmann, 2018).

Evaluación Sensorial

La Evaluación sensorial de acuerdo a Espinosa Manfugás (2007, p.1) “es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos utilizando pruebas sensoriales específicas a lo que se quiere evaluar”. Mientras que para Lawless y Heymann (2010) la definieron como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos y materiales tal como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición.

De acuerdo a los sentidos, Piqueras-Fizman y Spence (2015) y Lick et al. (2017) explican que las expectativas de las personas se pueden clasificar en características intrínsecas (color, aroma, tacto) y extrínsecas (etiquetado, empaque). De esta forma, la teoría utilizada en las investigaciones acerca de las expectativas basadas en las respuestas de los consumidores a la variedad productos de bebidas y alimentos es el modelo de asimilación-contraste, el cual explica que si la discrepancia es pequeña entre las expectativas y lo esperado la asimilación ocurrirá. Sin embargo, si la discrepancia es grande, se observará un contraste en su lugar (Piqueras-Fizman y Spence, 2015 y Reinoso-Carvalho et al., 2017 y Reinoso-Carvalho et al., 2019).

De este modo, la experiencia multisensorial del consumidor mediante las características intrínsecas de los productos provee de información útil antes incluso de que la comida llegue a la boca y son en dichas características donde nacen la mayoría de las expectativas acerca de la comida y la bebida (Piqueras-Fizman y Spence, 2015).

De esta forma, Hultén (2011), en su estudio define la experiencia sensorial como la percepción individual de los bienes o servicios y otros elementos como una imagen que desafía a la mente humana y los sentidos. De esta manera, “las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto” (Ramírez-Navas, 2012, p.87).

Dentro de las pruebas de análisis sensorial, se cuenta con las Pruebas Orientadas al Consumidor (POC) (Ramírez-Navas, 2012), las cuales son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales. Por lo tanto, son las pruebas recomendadas para la mayoría de los estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existe preferencia por un producto en particular o diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor.

De esta manera, la evaluación sensorial se realiza por medio del recurso humano. Por ello para llevarla a cabo se requiere de un panel de catación, puede estar conformado por individuos expertos, entrenados, semientrenados, o por consumidores habituales o potenciales del producto, dependiendo de los intereses de la prueba (D'Alessandro y Pecotich, 2013 y Lesschaeve, 2007).

En este caso, la evaluación sensorial, únicamente engloba los sentidos como la vista, el tacto, olfato y gusto. En lo que respecta a la vista, el color de las bebidas puede influenciar el sabor y al mismo tiempo altera la habilidad de quitar la sed, como lo menciona Oberfeld et al. (2009). Al mismo tiempo, Reinoso-Carvalho et al. (2017) explica que el color

es uno de los atributos de la vista que establecen expectativas sensoriales y hedónicas con respecto a las probables propiedades de sabor de los alimentos y bebidas.

Por otro lado, el tacto, como lo menciona North (2012) es una experiencia que es influida por la textura, viscosidad y otras características táctiles de la comida y bebida, al mismo tiempo que el contenedor o frasco son importantes a la hora de servir el producto.

En tanto que el olfato es influenciado por dos tipos de olores, los intrínsecos del producto y los del ambiente (Doucé y Janssens, 2013). De este modo las investigaciones en ciencias básicas como psicología y más recientemente mercadotecnia han identificado una conexión entre el olfato y la memoria (Krishna, 2012).

Ahora bien, el gusto de acuerdo a López-Rúa (2015, p.471), es “el sentido más complejo, que además produce experiencias multisensoriales”. Por lo que se ve como la barrera final, una vez que pasó por todos los demás sentidos. No obstante, es susceptible a influencias externas, como los atributos físicos, nombre de la marca, información del producto, empaque del producto, y publicidad (Krishna, 2012).

Por consiguiente y en cuanto a los estudios de evaluación sensorial realizados en bebidas alcohólicas en México, se puede mencionar el realizado por López-Rosas y Espinoza-Ortega (2016) quienes en su evaluación sensorial de individuos no entrenados acerca de tres mezcales oaxaqueños encontraron que el sabor era el único de los atributos que presentó divergencias estadísticas en cuanto a que al mismo tiempo analizaron los mezcales artesanales y tradicionales con siete atributos (sabor, cuerpo, suavidad, balance global, olfato, fuerte y retrogusto).

Por otro lado, en Latinoamérica Soares et al. (2016) estudiaron el vino de agua de coco, en donde los resultados demostraron que, en la evaluación sensorial, dicho vino obtuvo una adecuada aceptación en la región de Brasil, por parte de consumidores habituales. Mientras que en Perú se realizó una comparación entre tres marcas de cerveza revela que existen diferencias para los consumidores en cuanto a los atributos de sabor y apariencia (Michón et al., 2011). En tanto que en Estados Unidos Ickes y Cadwallader (2018) explican en su investigación los efectos sensoriales del etanol en destilados en 23 atributos para describir dos series de destilados diferentes.

Materiales y Métodos

Diseño

La investigación tiene un carácter exploratorio, con un diseño de experimento factorial, ya que de acuerdo a Rodríguez del Ángel (2016, p.100) “...permiten aplicar de una sola vez una serie de estímulos o tratamientos que consideraremos intervengan en la respuesta dada por una unidad experimental.” De este modo, al tratarse en el estudio de un arreglo factorial, dichos factores son cualitativos y el diseño para el experimento es de 5 x 4. En otras palabras, se analizó la combinación de 20 niveles de los factores por parte de los participantes. Para el factor 1, fueron 5 niveles o marcas de tequila (Azul, Cabrito, Cien Años, Jimador, José Cuervo), mientras que el factor 2 lo constituye los atributos: color, olfato, sabor y retrogusto.

Este diseño es el más adecuado en este tipo de experimentos particularmente para la cata de vinos, debido a que permite una muestra reducida y los costos son bajos (DeSarbo, Lehmann y Hollman, 2004; Keppel y Wickens, 2004 y D’Alessandro y Pecotich, 2013).

Experimento

En tanto que el experimento se realizó en dos etapas:

Primero se realizó la elección de la población sujeto de estudio, seleccionando a la población joven en un rango de edades entre 18 y 25 años, ya que representa el segundo mayor segmento de consumo en bebidas alcohólicas en México entre 2009 y 2018 (Vargas, 2019). De la misma forma, la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO, 2018), explica que el tequila es la segunda bebida mayormente consumida por los mexicanos representando un 26% de preferencia de consumo sobre el Vodka, el Whisky y el Ron.

El estudio fue realizado en la región de Poza Rica, Veracruz y alrededores en los meses de abril y mayo de 2019, identificando una muestra a conveniencia de 60 individuos, a quienes se pidió realizar un listado (sin ningún orden en específico) de los 10 tequilas más consumidos en sus diversas reuniones sociales. Con ello, se llegó a los resultados de que los tequilas más consumidos por este sector de la población son de la variedad de los reposados y fueron: Azul, Cabrito, Cien Años, Jimador y José Cuervo.

En la segunda etapa se aplicó un nuevo cuestionario a una muestra también a conveniencia diferente a la realizada en la primera etapa. En ella se identificó a 30 consumidores de tequila en un rango de edades entre 18 y 25 años. De estos 30 consumidores se obtuvo 600 observaciones en total de las cinco marcas de tequila determinadas en un inicio, utilizando los indicadores de color, olfato, sabor y retrogusto (20 niveles x 30 consumidores). Los cuales se miden normalmente para evaluar la calidad de un tequila al primer trago.

Sin embargo, aunque los criterios de calidad usados por un panel de catadores entrenados son más estrictos (con capacidad para reconocer más de 30 descriptores), el control de calidad más riguroso que pasa una bebida es la que realiza el consumidor al probarla, como menciona Sáenz-Navajas et al. (2013). Lo que coincide con Lesschaeve (2007) que encontró que no existe evidencia que los catadores entrenados puedan predecir que la marca o producto tenga éxito en el mercado o los indicadores de consumo.

De esta manera, el retrogusto es uno de los descriptores más complejos, al considerar el gusto que deja tanto en la boca, la garganta, la nariz y la sensación final en el consumidor, pero es importante considerarlo al ser sumativo de los anteriores proporcionando una visión general final de la muestra del tequila (López-Rosas y Espinoza-Ortega, 2016).

En este caso, se utilizó la prueba hedónica, ya que es la más recomendada puesto que el objetivo fue evidenciar las diferencias en cuanto a aceptación del consumidor hacia los tequilas, utilizando en este caso la escala de 9 puntos. Por lo tanto, en la Tabla 1, se muestra la escala de 9 puntos utilizada.

Tabla 1. Categoría de 9 puntos del cuestionario aplicado

<i>Puntaje</i>	<i>Categoría</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Categoría</i>
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, en la segunda etapa en vasos iguales, codificados con 3 números, se vertieron 10 ml de cada una de las muestras y fueron presentadas al consumidor solicitando evaluar con el cuestionario entregado todos los atributos de la muestra ubicada a su izquierda antes de proceder con la siguiente. En consideración a la naturaleza misma del producto, se indicó a cada panelista ingerir agua y galletas sin sal entre el cambio de muestras, disminuyendo así los residuos que pudieran afectar la evaluación de las muestras subsecuentes (D'Alessandro y Pecotich, 2013; Velasco et al. 2013).

Una vez terminado el experimento, se procedió a analizar los resultados mediante el software estadístico SPSS versión 21. De este modo se evaluó si existen o no diferencias entre cada tequila respecto a cada parámetro. Para ello, se utilizó la prueba de Friedman, la cual precisamente permite comparar más de dos muestras relacionadas (no independientes). Y posteriormente la prueba de Wilcoxon para comparar por pares de medianas, y saber entre cuáles tequilas existen dichas diferencias.

En consecuencia, se determinó que con la hipótesis nula se prueba que la mediana de cada atributo es la misma en cada uno de los tequilas, es decir, que para el consumidor no habría diferencia en el color, olfato, sabor y retrogusto entre los cinco diferentes tequilas. A diferencia de la hipótesis alternativa, que demuestra que si existe diferencia, como se expresa a continuación:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$$

$$H_a : \tau_j \neq \tau_{j'} \text{ para algún } (j, j'), j \neq j'$$

Resultados

Primero se realizó la Prueba de Friedman donde se evaluaron los cinco tequilas considerando los cuatro atributos que son color, olfato, sabor y retrogusto. Los valores obtenidos se evidencian en la Tabla 2, donde se observa que en dichos atributos no hay una diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en ninguno de los cinco tequilas, con excepción del olfato, en el cual si hubo diferencia significativa obteniéndose un valor menor a 0.05. Sin embargo, a pesar que es complicado para los consumidores no entrenados distinguir entre los diversos aromas, una de las características del

tequila reposado es que tiene un aroma suave amaderado o afrutado (Soto-Romero et al., 2016), ésta podría ser una de las explicaciones por las cuales hay distinción en el atributo olfato.

Tabla 2. Valores de P en cada atributo

<i>Atributo</i>	<i>P valor</i>
Color	0.815
Olfato	0.033
Sabor	0.697
Retrogusto	0.91

Fuente: Elaboración propia con datos de la investigación

El paso siguiente fue aplicar la prueba de Wilcoxon para comparar por pares de medianas, y saber cuál de los cinco tequilas presentaba una diferencia estadística para el consumidor específicamente en el atributo olfato. En consecuencia, al realizar la prueba de Wilcoxon para el atributo olfato en los cinco tequilas, esta determina una diferencia estadística significativa al comparar el tequila Cien Años con el tequila José Cuervo (Tabla 3). Si bien no se encontró diferencia estadística significativa en todos los casos, la distinción entre el tequila Cien Años y José Cuervo puede surgir por la intensidad de las notas a madera o frutas secas, ya que la maduración del tequila se puede realizar en una barrica de roble o un encino (Soto-Romero et al., 2016).

Tabla 3. Valores de P en la prueba de Wilcoxon

<i>Tequila</i>	<i>Azul</i>	<i>Cabrito</i>	<i>C. años</i>	<i>Jimador</i>	<i>J. Cuervo</i>
Azul	-----	0.168	0.095	0.8	0.321
Cabrito	-----	-----	0.735	0.5	0.48
C. años	-----	-----	-----	0.1	0.011
Jimador	-----	-----	-----	-----	0.472
J. Cuervo	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración Propia con datos de la investigación

Ahora bien, en la Figura 1 muestra el comportamiento de los atributos en todos los tequilas, donde se observa que tanto el retrogusto, el color y el sabor se comportan de manera similar. No así el olor, que sobresale con las marcas de Cien Años y José Cuervo, apreciándose como se despega una variable de la otra en la gráfica.

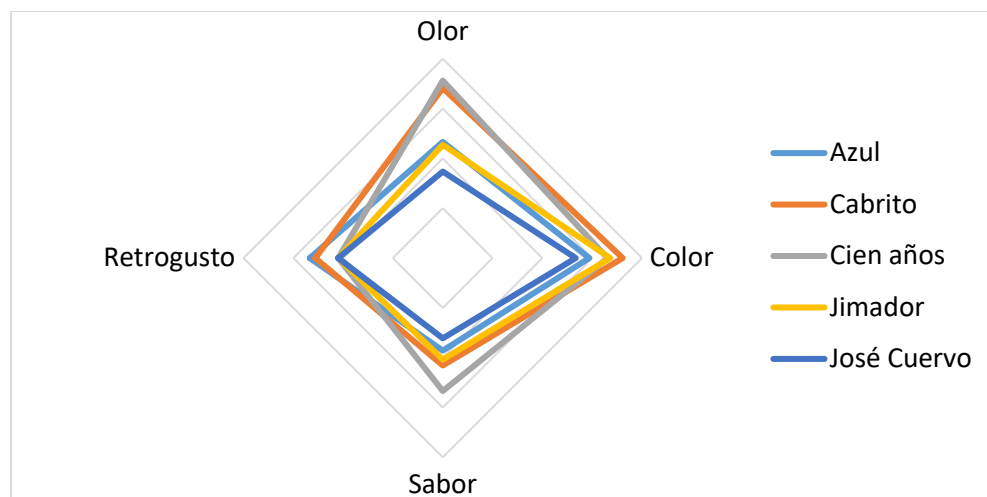


Ilustración 1. Atributos de forma radial de los tequilas. Elaboración propia con datos de la investigación

Finalmente, la Tabla 4 muestra el promedio de los atributos de los tequilas y a su vez la tendencia del gusto de la muestra en cada tequila con cada atributo. De esta forma, se observa que todas marcas sobresalen del punto 5, lo que quiere decir que están por encima de la escala de no me gusta ni me disgusta. Además, se muestra que el tequila Cabrito fue el mejor evaluado en forma global de las cinco marcas, sin embargo, de forma individual, también hay información valiosa a tomar en cuenta.

Tabla 4. Promedio de los Atributos

<i>Tequila</i>	<i>Color</i>	<i>Olfato</i>	<i>Sabor</i>	<i>Retrogusto</i>	<i>Promedio General</i>
Azul	5.586	5.207	4.931	5.414	5.284
Cabrito	6.034	5.897	5.103	5.345	5.595
Cien años	5.828	6.000	5.414	5.069	5.578
Jimador	5.862	5.172	5.034	5.069	5.284
José Cuervo	5.414	4.862	4.793	5.069	5.034

Fuente: Elaboración Propia con datos de la investigación

El atributo color es el más fácil y directo a ser evaluado por el consumidor, ya que se puede observar directamente en la botella a la hora de tomar una decisión de compra, en este caso el mejor calificado fue el Cabrito. Además, que corresponde con un puntaje mayor a me gusta levemente. Los demás atributos (olfato, sabor y retrogusto) son de evaluación directa más complicada, puesto que solo pueden ser analizados una vez comprado el producto y probado. A pesar de ello, conservaron en la escala, el punto de cinco y continúan siendo los atributos más importantes a la hora de degustar un tequila.

En cuanto al atributo del olfato el tequila mejor calificado fue el Cien Años en la escala con seis puntos, por lo que gusto levemente, seguido por el tequila Cabrito. Observándose claramente que José Cuervo fue de un disgusto leve. Mientras que en el atributo Sabor la calificación más alta fue nuevamente el Cien Años y posteriormente el Cabrito. Volviendo a estar en los puntos bajos de preferencia el tequila José Cuervo. Lo que nuevamente complementa lo revisado con la prueba de Wilcoxon. Finalmente, en el atributo retrogusto el mejor calificado fue el tequila Azul y nuevamente el Cabrito.

Discusión y Conclusiones

El tequila es un licor emblemático de México que se encuentra en el primer lugar como el licor más consumido en este país, en este caso por la población entre 18 y 25 años, por lo que se realizó una evaluación multisensorial para determinar los atributos intrínsecos que influyen en el consumo de tequila.

Por lo tanto, al ser evaluados los cuatro atributos: color, olfato, sabor y retrogusto, se identificó que el olfato es el único de los atributos intrínsecos que mostró una diferencia significativa y que influye de manera diferenciada en el consumo de estas cinco marcas de tequila. Esto puede deberse a que, de acuerdo a Krishna, Lwin y Morrin (2010) y Krishna (2012) el aroma que se asocia a los productos incrementa la información que es almacenada en la memoria. Además, también influye el proceso de maduración del tequila, en cuanto a las barricas de madera donde reposa el tequila que evidentemente cambia el olor, color y sabor de la bebida (Soto-Romero et al., 2016).

Por otro lado, los demás atributos parecen no tener una diferencia estadística significativa. Sin embargo, en las puntuaciones y sus promedios se observa mejor evaluado de forma global al tequila Cabrito, apenas ligeramente. Ésta diferencia se puede deber al atributo color, ya que se considera esencial e influye en el sabor. Del mismo modo puede afectar la calidad de las bebidas (Oberfeld et al., 2009 y Lick et al., 2017). No obstante, como se observa en la investigación, no todas las bebidas son afectadas por el color y haber una relación con el olfato, como lo menciona Oberfeld et al. (2009).

Además, existen serias implicaciones para las empresas nacionales e internacionales productoras de tequila. En cuanto a las estrategias de mercadotecnia que deben seguir, por un lado, es basarse en el atributo olfato, lo cual se puede identificar como una ventaja competitiva de diferenciación que pueden emplear los productores de tequila.

Por otra parte, el atributo color es un punto a favor del tequila Cabrito, el cual fue evaluado de mejor manera que los demás. Conforme a lo anterior se debe profundizar en el análisis de las razones por las cuales el consumidor lo evalúa con mayor puntaje. De esta forma se debe realizar un nuevo experimento para obtener datos longitudinales para estudiar las conductas del consumidor y hacer las comparaciones pertinentes.

En cuanto a los estudios precedentes de evaluación sensorial, se puede identificar que hubo una clara diferencia con López-Rosas y Espinoza-Ortega (2016) en el análisis del mezcal oaxaqueño al identificar al sabor como un atributo que tuvo diferencias significativas en su estudio, a pesar de que puede apreciarse que son bebidas alcohólicas similares. Sus resultados no pueden compararse ya que tienen atributos sensoriales particulares y divergentes entre sí.

En tanto que las implicaciones teóricas del estudio se centran en lo revisado por Hultén (2011) quien encuentra que la experiencia multisensorial de la marca es el resultado final de un proceso de generación de valor entre un proveedor y un cliente. Por lo que las estrategias de mercadotecnia sensorial tienen un papel importante en las empresas, en este caso para diferenciarse entre los distintos tipos de tequilas evaluados.

De la misma forma, de acuerdo a la teoría de asimilación-contraste, el comportamiento del consumidor puede ser explicado al encontrar una pequeña discrepancia entre la expectativa y lo esperado, al observar que de manera general no hubo diferencias significativas entre las preferencias de las marcas de tequila (Reinoso-Carvalho et al. 2017 y Reinoso-Carvalho et al. 2019). Por lo que las marcas de tequila fueron asimiladas en términos de los atributos de color, sabor y retrogusto.

Al mismo tiempo existen ciertas limitaciones a tomar en cuenta, además de los atributos sensoriales evaluados, existen otras variables a considerar por el consumidor que definen el tequila de su agrado para comprar y consumir en reuniones, como pudieran ser el precio, la presentación, la marca, etc. Dichos parámetros escapan al alcance del actual trabajo, pero se proponen como futura línea de investigación. De igual forma a futuro queda como propuesta evaluar la percepción en muestras de consumidores más maduros y con un poder económico mayor.

Referencias Bibliográficas

- Brexendorf, T. O., Bayus, B. & Keller, K. L. (2015). Understanding the interplay between brand and innovation management: findings and future research directions. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(5), 548-557. doi: 10.1007/s11747-015-0445-6
- D'Alessandro, S. & Pecotich, A. (2013). Evaluation of wine by expert and novice consumers in the presence of variations in quality, brand and country of origin cues. *Food Quality and Preference*, 28(1), 287-303. doi: 10.1016/j.foodqual.2012.10.002
- DeSarbo, W. S., Lehmann, D. R. & Hollman, F. G. (2004). Modeling Dynamic Effects in Repeated-Measures Experiments Involving Preference/Choice: An Illustration involving stated preference análisis. *Applied Psychological Measurement*, 28(3), 186-209. doi: 10.1177/0146621604264150
- Doucé, L. & Janssens, W. (2013). The Presence of Pleasant Ambient Scent in a Fashion Store: The Moderating Role of Shopping Motivation and Affect Intensity. *Environment and Behavior*, 45(2), 215-238. doi: 10.1177/0013916511410421
- Espinosa Manfugás, J. (2007). Introducción. In Editorial universitaria (Eds.), *En Evaluación sensorial de los alimentos* (pp.1). Cuba: Ministerio de educación superior.
- Financiero. (2016). Whisky 'toma' mercado del tequila y el mezcal en México. 26 de septiembre.
- Haase, J. & Wiedmann, K.-P. (2018). The sensory perception item set (SPI): An exploratory effort to develop a holistic scale for sensory marketing. *Psychology and Marketing*, 35(10), 727-729. doi: 10.1002/mar.21130
- Hultén, B. (2011). Sensory marketing: the multi-sensory brand-experience concept. *European Business Review*, 23(3), 256-273. doi: 10.1108/09555341111130245
- Hultén, B., Broweus, N. & Dijk, M. v. (2009). What is Sensory Marketing?. In Palgrave Macmillan (Eds.), *Sensory Marketing* (pp.1-21). United Kingdom: Palgrave Macmillan.
- Hussain, S. (2014). The impact of sensory branding (five senses) on consumer: a case study on KFC (Kentucky Fried Chicken). *International Journal of Research in Business Management*, 2(5), 47-56. Obtenido de

- https://pdfs.semanticscholar.org/ac6e/0c3b34a6414b1c1c1214d3862112f3eb0714.pdf?_ga=2.201982548.43230033.1571498103-14850720.1562551097
- Ickes, C. M. & Cadwallader, K. R. (2018). Effect of ethanol on flavor perception of Rum. *Food Science & Nutrition*, 6, 912-924. doi: 10.1002/fsn3.629
- Keppel, G. & Wickens, T.D. (2004). Design and analysis: A researcher's handbook. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Inc.
- Kim, Y.-K. & Sullivan, P. (2019). Emotional branding speaks to consumers' heart: the case of fashion brands. *Fashion and Textiles*, 6(2), 1-16. doi: 10.1186/s40691-018-0164-y
- Krishna, A. (2012). An integrative review of sensory marketing: Engaging the senses to affect perception, judgment and behavior. *Journal of Consumer Psychology*, 22, 332-351. doi: 10.1016/j.jcps.2011.08.003
- Krishna, A., Lwin, M. O. & Morrin, M. (2010). Product Scent and Memory. *Journal of Consumer Research*, 37(1), 57-67. doi: 10.1086/649909
- Krishna, A., Cian, L. & Sokolova, T. (2016). The power of sensory marketing in advertising. *Current Opinion in Psychology*, 10, 142-147. doi: 10.1016/j.copsyc.2016.01.007
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: Principles and practices. New York, NY: Springer Science & Business Media.
- Lesschaeve, I. (2007). Sensory evaluation of wine and commercial realities: review of current practices and perspectives. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(2), 252-257. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265576881_Sensory_evaluation_of_wine_and_commercial_realities_Review_of_current_practices_and_perspectives
- Leyva-Reyes, C.I. & Camacho Gómez, M. (2019). Turismo cultural y marketing en la ruta "El arte del tequila y la música bajo el sol" en Jalisco, México. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 25(71), 94-112. doi: <https://doi.org/10.19136/hitos.a25n71.3235>
- Lick, E., König, B., Kpessa, M. R. & Buller, V. (2017). Sensory expectations generated by colours of red wine label. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 37, 146-158. doi: 10.1016/j.jretconser.2016.07.005
- López Rosas, C. A. & Espinoza Ortega, A. (2016). Evaluación sensorial de tres mezcales oaxaqueños obtenidos bajo diferentes sistemas de destilación. *Investigación, Tecnología y Ciencia*, 11-19. Retrieved from <http://www.unicomfauca.edu.co/revista/sites/default/files/art%C3%ADculo%20%5BPages%2011%20-%2019%5D.pdf>
- López-Rúa, Mencía de G. (2015). Persuasión a través del marketing sensorial y experiencial. *Opción*, 31(2), 463-478. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/310/31045568027.pdf>
- Michón, C., Mío, E. & Córdova, K. (2011). Comparaciones múltiples no paramétricas en la evaluación sensorial de la apariencia y sabor de tres marcas de cerveza comercial. *Revista ECIPeru*, 8(2), 19-24. doi: 10.33017/RevECIPeru2011.0017/
- North, A. C. (2012). The effect of background music on the taste of wine. *British Journal of Psychology*, 103, 293-301. doi: 10.1111/j.2044-8295.2011.02072.x
- Oberfeld, D., Hecht, H., Allendorf, U. & Wickelmaier, F. (2009). Ambient lighting modifies the flavor of wine. *Journal of sensory studies*, 24, 797-832. doi: 10.1111/j.1745-459X.2009.00239.x
- Ortegón- Cortázar, L. & Gómez Rodríguez, A. (2016). Gestión del marketing sensorial sobre la experiencia del consumidor. *Revista de Ciencias Sociales*, 22(3), 67-83. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28049146006>
- Piqueras-Fiszman, B. & Spence, C. (2015). Sensory and hedonic expectations based on food product-extrinsic cues: A review of the empirical evidence and theoretical accounts. *Food Quality and Preference*, 40, 165-179. doi: 10.1016/j.foodqual.2014.09.013
- Procuraduría Federal del Consumidor [PROFECO]. (2019). El Tequila, un regalo de México para el mundo. Obtenido de <https://www.gob.mx/profeco/documentos/el-tequila-un-regalo-de-mexico-para-el-mundo?state=published>. (22 de abril de 2020).
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTeIA*, 12(1), 85-97.
- Reinoso-Carvalho, F., Silvana, D., Wagemans, J. & Spence, C. (2019). Dark vs. Light drinks: The influence of visual appearance on the consumer's experience of beer. *Food Quality and Preference*, 74, 21-29. doi: 10.1016/j.foodqual.2019.01.001
- Reinoso-Carvalho, F., Moors, P., Wagemans, J. & Spence, C. (2017). The Influence of Color on the Consumer's Experience of Beer. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-9. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02205
- Rodríguez del Ángel, J. M. (2016). Experimentos factoriales. En Trillas (Eds.), Metodología de investigación (pp. 100-119). México: Trillas

- Royo Vela, M. & Ortegón-Cortázar, L. (2019). Sensory motivations within children's concrete operations stage. *British Food Journal*, 121(4), 910-925. doi: 10.1108/BFJ-07-2018-0444
- Sáenz-Navajas, M.-P., Ballester, J., Pecher, C., Peyron, D. & Valentin, D. (2013). Sensory drivers of intrinsic quality of red wines Effect of culture and level of expertise. *Food Research International*, 54: 1506-1518. doi: 10.1016/j.foodres.2013.09.048
- Soares, L. S.O., Abreu, V. K. G., Lemos, T. de O., Silva, D. S. & Pereira, A. L. F. (2016). Vino de Agua de Coco: Evaluación Físico-Química y Sensorial. *RECYT*, 18(1), 19-25.
- Soto-Romero, L., Gutiérrez-Osnaya, L.J. & Fragoso-Trejo, L. (2016). Revisión de los compuestos responsables del olor y sabor del tequila. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 910-915. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/templates/articles.html>
- Spence, C. (2016). Multisensory Packaging Design: Color, shape, texture, sound, and smell. In Burgess, P. (Eds.), *Integrating the Packaging and Product experience in Food and Beverages* (pp.1-22). United Kingdom: Oxford University.
- Spence, C., Velasco, C. & Knoeferle, K. (2014). A large sample study on the influence of the multisensory environment on the wine drinking experience. *Flavour*, 3(8), 1-12. doi: 10.1186/2044-7248-3-8
- Spence, C. & Wan, X. (2015). Beverage perception and consumption: The influence of the container on the perception of the contents. *Food Quality and Preference*, 39, 131-140. doi: 10.1016/j.foodqual.2014.07.007
- Spence, C. (2018). Multisensory experiential wine marketing. *Food Quality and Preference*, 71, 106-116. doi: 10.1016/j.foodqual.2018.06.010
- Vargas, M. (2019). Crece consumo de bebidas alcohólicas entre mexicanos; prefieren la cerveza. Obtenido de <https://www.publimetro.com.mx/mx/nacional/2019/02/06/crece-consumo-bebidas-alcoholicas-mexicanos-prefieren-la-cerveza.html> (05 de octubre de 2019).
- Velasco, C., Jones, R., King, S. & Spence, C. (2013). Assessing the influence of the multisensory environment on the whisky drinking experience. *Flavour*, 2(1), 1-11. doi: 10.1186/2044-7248-2-23
- Wang, Q. & Spence, C. (2015). Assessing the Influence of the Multisensory Atmosphere on the taste of Vodka. *Beverages*, 1(3), 204-217. doi: 10.3390/beverages1030204
- Villalobos Rodríguez, C. G. (2019). *Propuesta de plan de mercadotecnia para una empresa tequilera del Estado de Jalisco, México*. (Tesis de Posgrado). Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO DE BIOSENSOR PARA LA INDUSTRIA MÉDICA

David Alejandro Duarte Moroyoqui¹, José Antonio Hoyo Montaña²
Lucrecia Guadalupe Valenzuela Segura³, Carlos Alberto Pereyda Pierre⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 30/01/2020 Aceptado: 30/04/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- Es posible facilitar una detección temprana de la diabetes tipo 2 en pacientes analizando la concentración de cetonas en el aliento. La problemática principal es que en el mercado no se ha encontrado un sistema electrónico de biosensor eficiente para diagnosticar diabetes mediante aliento. Empleando la ley de Faraday demostramos que la corriente de respuesta de un biosensor está ligada al proceso de difusión y es proporcional al gradiente de concentración del producto. El objetivo principal es diseñar y simular un sistema electrónico de biosensor eficiente para la industria médica. En esta investigación se utilizó el método inductivo con un enfoque cuantitativo y para diseñar el sistema electrónico se analizó la curva característica de respuesta en corriente de un biosensor para sensado de glucosa (J. Xie et al, 2007). Con ayuda de Proteus (v8.9) se simuló un circuito y se pudo diseñar un sistema que proporciona una salida proporcional al nivel de concentración del analito.

Palabras clave: Biosensor; diabetes mellitus, amperometría; cetonas; componente electrónico.

DESIGN AND SIMULATION OF AN ELECTRONIC SYSTEM OF A BIOSENSOR FOR THE MEDICAL INDUSTRY

Abstract.- It is possible to help in an early detection of type 2 diabetes in patients by analyzing the concentration of acetones in the patient's breath. The main problem is that an efficient electronic biosensor system for diagnosing diabetes by breath analysis has not been found on the market yet. By using Faraday's law, we demonstrate that the biosensor's output current is linked to the diffusion process and is proportional to the concentration gradient of the product. The main objective is to design and simulate an efficient electronic biosensor system for the medical industry. An inductive method and a quantitative approach was used for this research. The current response characteristic curve of a biosensor for glucose sensing (J. Xie et al, 2007) was analyzed to design our system. An electronic circuit was simulated with Proteus (v8.9) and we were able to design a system that provides an output which is proportional to the concentration level of the analyte.

Keywords: biosensor; diabetes mellitus, amperometry; ketones; electronic component.

Introducción

De acuerdo con el Informe Mundial Sobre la Diabetes (Global Report on Diabetes) publicado en 2016 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2014 se estimó que alrededor de 422 millones de adultos en el mundo padecían diabetes, comparado con 108 millones en 1980, se calcula entonces que la prevalencia global (normalizada por edades) incrementó de 4.7% a 8.7% en la población adulta. Esto supone un aumento en factores de riesgo asociados tales como el sobrepeso y la obesidad. Durante la última década, la prevalencia ha aumentado a una tasa mayor en países de bajos y medianos ingresos que en los de altos ingresos [1]. La prevalencia es mayor en países desarrollados. Sin embargo, en países en vías de desarrollo también se ha reportado un aumento, el cual es mayor en mujeres que en hombres [2].

En las décadas más recientes se ha despertado el interés por el estudio de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC por sus siglas en inglés) emitidos por el cuerpo humano, ya que contienen información biológica abundante [3]. En una persona saludable, una muestra de aliento contiene aproximadamente 200 VOCs. Sin embargo, las concentraciones de

¹David Alejandro Duarte Moroyoqui. david_duarterd5@hotmail.com, Tecnológico Nacional de México/I.T. de Hermosillo. Av. Tecnológico y Periférico Poniente S/N, Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.

²José Antonio Hoyo Montaña. hoyo.jose@gmail.com, Tecnológico Nacional de México/I.T. de Hermosillo. Av. Tecnológico y Periférico Poniente S/N, Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.

³Lucrecia Guadalupe Valenzuela Segura lucreciavalenzuela@hotmail.com, Tecnológico Nacional de México. Av. Universidad 1200, Col. Xoco. C.P. 03330 Ciudad de México, Alcaldía Benito Juárez

⁴Carlos Alberto Pereyda Pierre. cpereyda@gmail.com, Tecnológico Nacional de México/I.T. de Hermosillo. Av. Tecnológico y Periférico Poniente S/N, Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México. (Autor correspondiente).

estos compuestos varían en cada persona, ya que se han encontrado aproximadamente hasta 3500 VOCs distintos. Los niveles de concentración de varios de los compuestos pueden variar desde partes por trillón (ppt) a partes por millón (ppm) [4].

El origen celular y bioquímico de muchos de estos VOCs no ha sido determinado todavía. Además, algunos compuestos pueden manifestarse debido de fuentes externas, por estas razones hasta el momento no se ha encontrado evidencia de que se pueda dar un análisis preciso sobre el estado de la diabetes en una persona. Sin embargo, una de las ventajas es que algunos compuestos como el isopreno y la acetona se presentan en cantidades relativamente altas en pacientes que padecen de DMT2 [5].

Chien, PJ *et al.* (2017) realizaron un estudio para determinar los niveles de concentración de cetonas y de isopropanol (IPA) en el aliento de un grupo de personas. Tomaron muestras de 55 personas saludables y 25 personas con diabetes, de las cuales 4 padecían diabetes tipo 1 (DMT1) y 21 padecían de diabetes mellitus tipo 2 (DMT2). La media del nivel de concentración de cetonas en pacientes saludables fue de 750 ppb y 15.4 para isopropanol, mientras que en pacientes con diabetes la media fue de 1207.7 ppb en el nivel de concentración de cetonas y 23.1 ppb en isopropanol [3]. Por lo tanto, gracias a dicho estudio se considera posible relacionar el nivel de concentración de cetonas en el aliento con un posible riesgo de padecer diabetes.

En la actualidad, la problemática principal es que aún no se ha encontrado en el mercado un sistema electrónico para un biosensor que facilite un diagnóstico y detección de forma efectiva de la DMT2 mediante aliento. Un biosensor es un dispositivo analítico utilizado para detectar elementos biológicos como tejidos, microorganismos, organelos, células, enzimas, anticuerpos, ácidos nucleicos, entre otros [6].

En 1962, Leland C. Clark y Champ Lyons desarrollaron el primer biosensor enzimático de tipo electroquímico para detectar glucosa en la sangre. Una de las características de las enzimas es que son catalizadores de alta selectividad y se espera un incremento en el número de usos de procesos biocatalíticos. Se han desarrollado varios dispositivos de detección en varios campos como la industria alimenticia, industria ambiental y medicina. Gracias a estos avances los biosensores han tenido un impacto significativo en la industria [7].

En el presente trabajo se propone como objetivo el exponer los resultados del diseño y simulación de un sistema electrónico de transducción para un biosensor, capaz de detectar altos niveles de concentración de cetonas en el aliento. Se han realizado investigaciones sobre biosensores basados en nanotubos para la detección de partículas [8] [9]. El biosensor para el cual se desea diseñar el sistema electrónico está basado en nanotubos de Óxido de Indio (In₂O₃).

Las cetonas son producidas principalmente cuando el cuerpo a nivel celular genera energía mediante las grasas y no mediante los azúcares. Las cetonas pueden ser detectadas por nanotubos de In₂O₃ [10], a la vez que es posible diseñar y simular un sistema electrónico de biosensor para la adsorción de cetonas en los oxígenos de los nanotubos y así obtener un parámetro indirecto de la cantidad de cetonas presentes en el aliento del paciente. De esta forma, la medición de cetonas en el aliento puede contribuir a una detección temprana de la DMT2.

La creación de un dispositivo electrónico para detección mediante el aliento presenta dos ventajas principales: la primera es facilitar un sistema auxiliar para el diagnóstico y detección temprana de la diabetes mellitus tipo 2; y la segunda es eliminar el aspecto invasivo de los glucómetros comerciales y reducir de manera considerable las molestias en los pacientes al realizarse las pruebas para diabetes, lo cual supondría un impacto positivo en la sociedad.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México durante 2017, las tres principales causas de muerte por enfermedades y problemas relacionados con la salud fueron: enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos. Se registraron 703047 defunciones, de las cuales un 15.2% murió debido a problemas de diabetes, lo que representa 106,525 defunciones sobre el total [11]. Se espera que el proyecto pueda beneficiar a este sector de la población que padece diabetes.

En algunos estudios se ha utilizado trióxido de tungsteno (WO₃) para sensores de gas ya que permite la creación de sensores pequeños, robustos y de bajo costo, lo cual resulta atractivo para dispositivos médicos portátiles para detectar enfermedades. Se ha comprobado que el WO₃ ha respondido a distintos marcadores biológicos en el aliento tales como: acetona, amoníaco, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, tolueno y óxido nítrico. [12] Asimismo, se han realizado experimentos con nanopartículas de WO₃ dopadas con Cromo y Silicio y han presentado una alta sensibilidad

y selectividad hacia la acetona, lo cual ha permitido detectar acetona en niveles de hasta 20 ppb. La desventaja que presenta este método es que para utilizar las nanopartículas como detectores de acetona se requieren temperaturas de 300-450°C. Esto supone un problema para crear un dispositivo portátil ya que se requeriría alcanzar dichas temperaturas manteniendo un nivel de consumo eléctrico razonable [5].

Entonces otro objetivo de este trabajo de propuesta es el de obtener una respuesta eléctrica, mediante la simulación virtual, del nivel de concentración de cetonas presentes en el aliento del paciente, como una corriente eléctrica proporcional al nivel de la señal de la salida del biosensor.

Material y métodos

En esta investigación se emplea un enfoque cuantitativo por la necesidad de recolectar datos y realizar mediciones para elegir los componentes más adecuados para nuestro sistema electrónico. Se requiere establecer ciertos parámetros, tales como la cantidad de corriente generada por el biosensor, niveles de voltaje adecuados para el correcto funcionamiento de los componentes electrónicos, tiempos de respuesta para el biosensor, entre otros. Asimismo, se utiliza el método inductivo, ya que partimos de casos generales analizando diversos tipos de biosensores para medición de partículas biológicas a fin de llegar a un caso específico, como crear un sistema de biosensor para detección de cetonas solamente.

Se utiliza el software Proteus Design Suite (v8.9) de Labcenter Electronics Ltd para simular el sistema electrónico. Las funciones principales de Proteus son el diseño y simulación de circuitos electrónicos. Proteus cuenta con dos programas principales, que son Isis y Ares. Para nuestro trabajo utilizamos ISIS, por su función de diseñar los planos eléctricos de nuestro circuito. Se eligió este software debido a su amplia librería que contiene los componentes necesarios para simular nuestro circuito electrónico, además de su facilidad de uso.

A fin de entender la respuesta esperada del trabajo, es necesario explicar algunos conceptos teóricos y conocer la curva característica típica de un biosensor.

Principio de la difusión

La corriente generada por el biosensor está ligada al proceso de difusión, entendida como el proceso físico irreversible que consiste en el flujo neto de partículas dentro de un material, donde las partículas (iones para el sensor amperométrico) se mueven de una región de alta concentración a un área de baja concentración. La corriente, generada por la difusión de iones, considerada como la respuesta del biosensor es entonces proporcional al gradiente de concentración del producto [13].

Ley de Faraday:

$$I_A(t) = n_e F A D_p \left. \frac{\partial P}{\partial x} \right|_{x=0}$$

Donde:

n_e = Intercambio de electrones

F = Constante de Faraday

A = Área de trabajo del electrodo

D_p = Coeficiente de difusión del producto

$\frac{\partial P}{\partial x}$ = gradiente de concentración del producto (respecto a distancia)

Curva característica típica de un biosensor

Estudios realizados por Jining, X. *et al.* (2007) con una prueba de nanotubos de carbono decorados con platino mostraron que es posible utilizarse para sensado de glucosa. Generalmente se opta por usar sensores amperométricos, ya que la probabilidad de obtener un comportamiento lineal entre la señal de corriente y la concentración de glucosa es mayor. Se depositaron nanopartículas de platino (1-5 nm de diámetro) en nanotubos de carbono de multipared funcionalizados (MWNTs) mediante una técnica de decoración. A su vez se fabricó un sensor enzimático de Pt/MWNTs. Se realizaron medidas electroquímicas y presentaron una sensibilidad mejorada en el sensado de glucosa ($52.7 \mu\text{A mM}^{-1} \text{cm}^{-2}$). Luego, se realizaron mediciones cronoamperométricas de la glucosa para confirmar la electroactividad de los electrodos de trabajo de Pt/MWNT. Tal como se observa en la figura 1, la curva de corriente

respecto al tiempo presenta un comportamiento escalonado cada vez que se agregó una muestra de 5 μmol de glucosa, lo que nos indica la reacción de la glucosa y la transferencia de electrones que ocurre en el electrodo de trabajo [14].

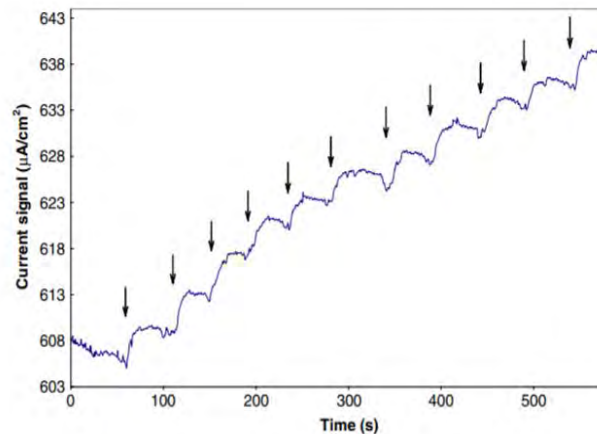


Figura 1. Curva cronoamperométrica de un biosensor de glucosa [14].

En la figura 1 se observa que el nivel de corriente de respuesta del biosensor aumenta de manera proporcional al nivel de concentración del analito de interés (acetonas).

Para el diseño del sistema electrónico resulta necesario atender a los principios básicos del funcionamiento de los biosensores.

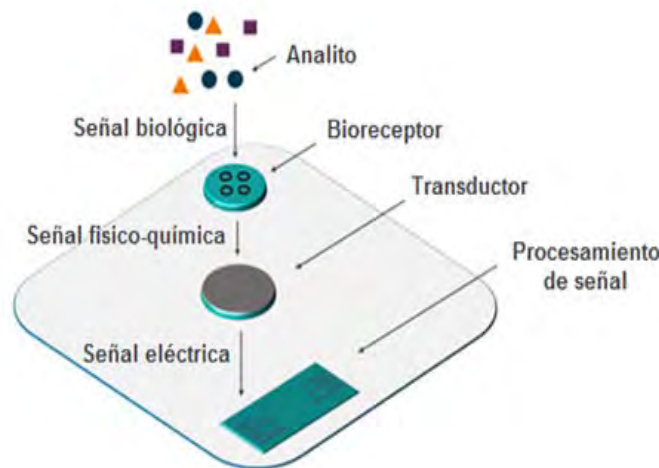


Figura 2. Diagrama de la estructura de un biosensor [15].

Un biosensor convierte una respuesta biológica en una señal cuantificable que puede ser procesada. Los componentes principales de un biosensor típico son el bioreceptor, que interactúa con el analito, y el transductor, que convierte esta interacción en una señal eléctrica. La respuesta del transductor puede ser amplificada por un circuito detector para procesarla y desplegarla en una pantalla (figura 2) [16].

Posteriormente se presenta un bosquejo de la estructura general del sistema propuesto abarcando las varias etapas del proceso, comenzando desde la señal de entrada generada por el biosensor y finalizando en la señal de salida que se desplegará en pantalla.

Los biosensores electroquímicos están constituidos por una celda con tres electrodos: un electrodo de trabajo, un contraelectrodo (CE), también llamado electrodo auxiliar, y un electrodo de referencia [17]. En las celdas

electroquímicas siempre hay por lo menos dos electrodos presentes, el electrodo de trabajo (WE) o indicador, y el electrodo de referencia (RE) tal como se observa en la figura 3 [18],[19]. Generalmente el interés se centra en la reacción que ocurre en el electrodo de trabajo. Se controlan las condiciones en este electrodo de tal manera que se facilite la detección de un solo analito [20].

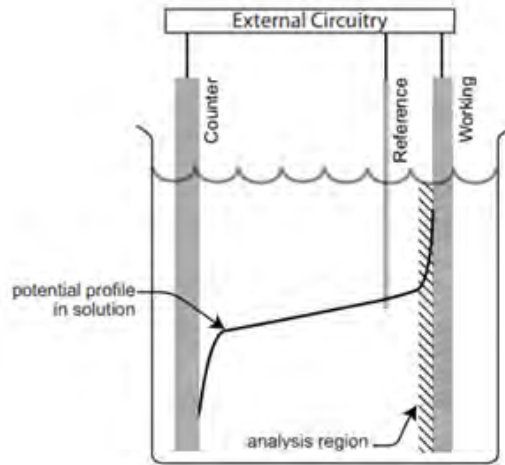


Figura 3. Celda electroquímica de 3 electrodos [20].

Celda Simplificada de Randles

Para simular la respuesta eléctrica de un sistema de biosensor, es posible utilizar un modelo simplificado denominado Celda Simplificada de Randles (figura 4), como sistema eléctrico equivalente y que es uno de los modelos más simples para representar una celda electroquímica; está conformado por una Resistencia de Solución (R_s), un capacitor de doble capa (C_{dl}) y una resistencia de transferencia de carga (R_{ct}), también llamada resistencia de polarización. El circuito de Randles resulta ser un modelo práctico y además es el punto de partida para modelos más complejos [21].

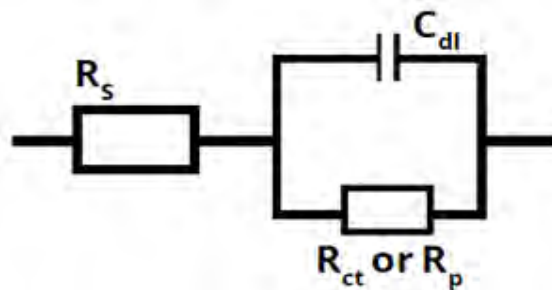


Figura 4. Celda Simplificada de Randles [21].

Técnicas Electroanalíticas

Existen técnicas electroanalíticas, tales como la potenciometría y amperometría para obtener información de la concentración de un analito al medir el potencial (voltaje) y/o la corriente (amperes) en una celda electroquímica [22]. Los sensores electroquímicos más utilizados se basan en amperometría y potenciometría [23]. En los sensores amperométricos se aplica un potencial externo que provoca una reacción en el electrodo, y en los sensores potenciométricos se requiere provocar un equilibrio en la superficie sensora sin necesidad de fuerzas externas. Los sensores amperométricos están basados en la medida de la intensidad de corriente generada debido a un proceso de oxidación o reducción de la superficie electroactiva de un electrodo sometido a potencial constante [24].

Para poder medir señales amperométricas se requiere emplear un sistema de tres electrodos. En el electrodo de trabajo se realizan mediciones del flujo de corriente después de haber fijado una diferencia de potencial entre el electrodo de trabajo y el electrodo auxiliar. El electrodo auxiliar actúa como un contraelectrodo y cierra el circuito eléctrico. Asimismo, es necesario emplear un potencióstato, que con ayuda del electrodo de referencia, mantenga un potencial constante aplicado sobre el electrodo de trabajo [25].

Potenciostato

El potenciostato es un instrumento utilizado frecuentemente para experimentos electroquímicos ya que permiten estudiar los procesos de reducción y oxidación a nivel molecular [26]. Su función es controlar el voltaje a un valor constante entre el electrodo de trabajo (WE) y el electrodo de referencia (RE) tal se aprecia en la figura 5 [27].

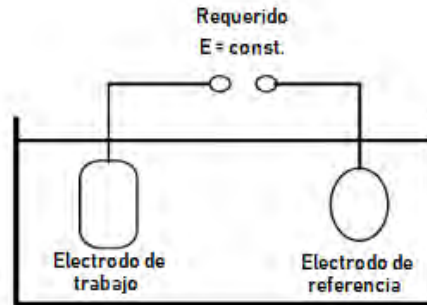


Figura 5. Celda electroquímica simple.

Para controlar el voltaje en la celda electroquímica se requiere cumplir con ciertas condiciones: el electrodo de referencia debe mantener un voltaje constante referido al potencial del electrodo de hidrógeno, que es establecido por convención como punto de referencia. Un electrodo de referencia simple es un cable de plata cubierto por una capa de cloruro de plata sumergido en una solución de cloruro. Sin embargo, cuando la corriente pasa a través de este electrodo, se polariza, haciendo que su potencial cambie con la corriente, por lo que es necesario impedir que fluya corriente a través del electrodo de referencia, logrando mantener un potencial constante. Para poder lograr esto es necesario incluir un tercer electrodo denominado contraelectrodo (figura 6). Se fuerza el flujo de corriente entre el electrodo de trabajo y el contraelectrodo, la corriente debe ser suficiente para mantener el potencial constante en el electrodo de trabajo con respecto al electrodo de referencia [27].

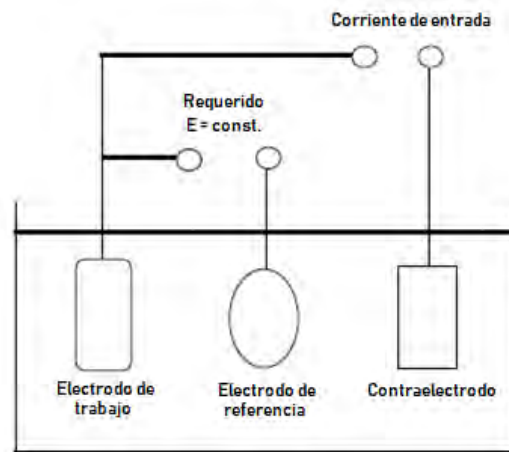


Figura 6. Celda electroquímica controlable.

Ahora podemos basarnos en el principio de difusión, la Ley de Faraday, y los conceptos explicados previamente sobre las características y modelado de un biosensor para crear nuestro propio bosquejo general de un sistema electrónico. Sabemos que la respuesta esperada es una señal de salida proporcional al nivel de concentración del analito de interés (cetonas), que en nuestro caso serán simuladas por una señal de corriente.

El biosensor genera una pequeña corriente en la escala de los microamperios (μA), la señal de corriente requiere un procesamiento previo para poder manipularse adecuadamente con un microcontrolador. Como la señal es analógica, se convierte en una señal digital mediante un Convertidor Analógico-Digital (ADC por sus siglas en inglés) para que pueda ser leída por el microcontrolador. La salida digitalizada del ADC se conecta a un microcontrolador como Arduino o un módulo WiFi ESP8266 para programarlo en el software Arduino IDE y poder desplegar los datos en una pantalla y si se desea se pueden transmitir los datos a una página de internet. En la figura 7 se puede observar un bosquejo del sistema completo para el biosensor.

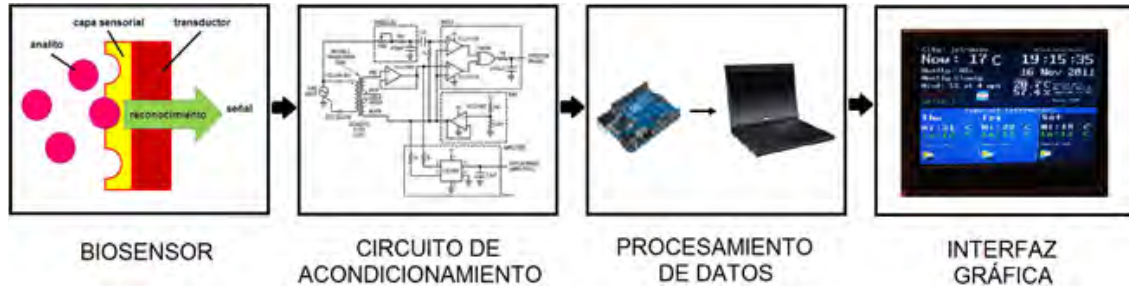


Figura 7. Esquema general del modelo integral del biosensor.

En el software de Proteus se simularán las partes de circuito de acondicionamiento, procesamiento de datos y la interfaz gráfica de la figura 7. Para simular la respuesta del biosensor agregaremos una señal variable de entrada en la escala de microamperios que será procesada por el circuito de acondicionamiento. Esta señal de entrada representará el nivel de concentración del analito (cetonas) en el aliento de una persona.

Debido a que la salida del biosensor es una corriente en la escala de los microamperios, es necesario que pase por un amplificador de transimpedancia (TIA). En la figura 8 se presenta el modelo simplificado para el amplificador de transimpedancia. El TIA está conformado por un amplificador operacional (OPAMP) configurado de tal manera que pueda convertir la señal de corriente del circuito en una señal de voltaje. Posteriormente la señal de voltaje analógica se procesa para generar una señal digital que pueda ser manipulada por un microcontrolador. Se seleccionó el circuito integrado LMP7721 debido ya que está catalogado como el amplificador que requiere menos corriente de polarización en el mercado (3 fA). Cuenta con un bajo valor de ruido (6.5 nV/√Hz). Además, es un componente fácil de encontrar y a bajo costo [28].

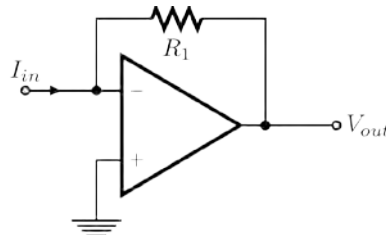


Figura 8. Modelo simplificado de Amplificador de transimpedancia.

Suponiendo que se realiza una simulación con una corriente de 350 nA, el voltaje de salida del amplificador de transimpedancia está dado por:

$$\begin{aligned} V_{out} &= -i_{in}R_f \\ V_{out} &= -(350nA)(10M) \\ V_{out} &= -3.5V \end{aligned}$$

Como el voltaje de salida del convertidor de transimpedancia es negativo, es necesario que la señal de salida pase a través de un circuito de OPAMP en configuración inversor para que el voltaje sea positivo (figura 9).

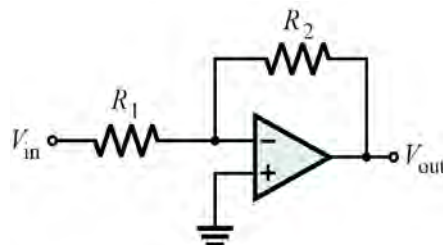


Figura 9. Modelo de OPAMP en configuración inversor.

El voltaje de salida del OPAMP Inversor se calcula mediante:

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}} V_{in}$$

Por lo tanto, para obtener una ganancia unitaria, seleccionamos el mismo valor de resistencia para R_f y R_i . En la siguiente etapa, la señal analógica de voltaje de salida del OPAMP inversor se convierte a una señal digital para poder procesarla con un microcontrolador. En Proteus utilizaremos el módulo de microcontrolador Arduino y el entorno de desarrollo Arduino IDE para programarlo, ya que cuenta con un ADC interno con 10 bits de resolución, lo cual nos ayuda a convertir la señal de voltaje analógica en una señal digital. Por último los datos se desplegarán en una pantalla de cristal líquido (LCD por sus siglas en inglés).

Resultados y discusión

Se utilizó el software Proteus (v8.9) de Labcenter Electronics para realizar las simulaciones del circuito para el biosensor. La simulación se realizó primero por etapas para verificar la funcionalidad de cada una. Comenzamos con la etapa del circuito de acondicionamiento de la figura 7. Como mencionamos en la sección de material y métodos, el biosensor genera una corriente en escala de microamperios, simulamos una señal de corriente de $0.35 \mu\text{A}$ en la entrada del circuito amplificador de transimpedancia (figura 10).

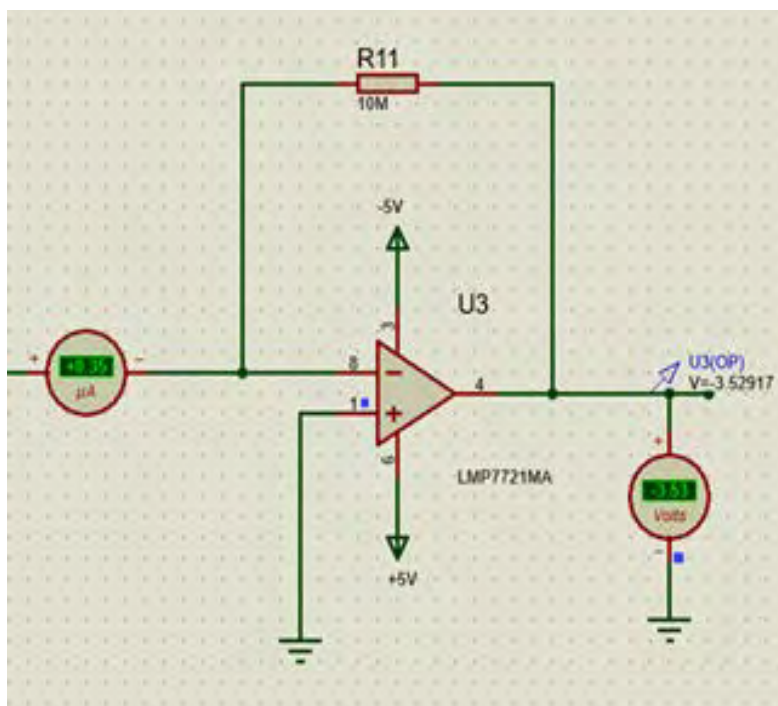


Figura 10. Etapa de Amplificador de transimpedancia.

Se debe considerar un fenómeno conocido como pico de ganancia que se puede presentar en la región de altas frecuencias. El sistema se puede estabilizar al agregar un capacitor en paralelo a la resistencia de realimentación R_f (R_{11} en la figura 10), tal como se muestra en la figura 11 [29]. De esta manera, la pendiente de la ganancia de ruido (Noise Gain) del Amplificador de Transimpedancia y la curva de ganancia de lazo abierto del OPAMP se interceptan con una pendiente menor a 20 db/década, logrando evitar el pico de ganancia [30].

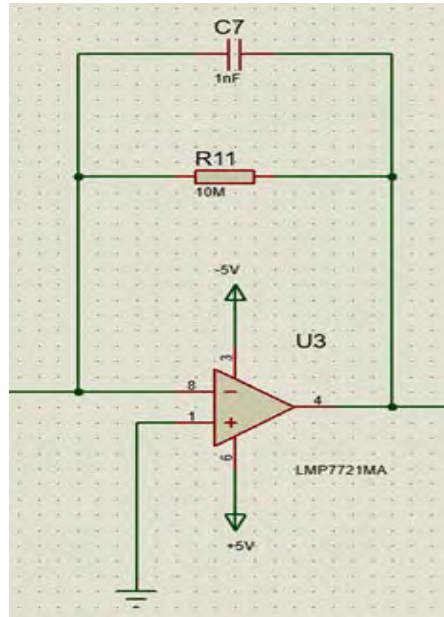


Figura 11. Amplificador de Transimpedancia con capacitor en paralelo con Rf.

La señal de salida del convertidor de transimpedancia pasa a través de un circuito de OPAMP en configuración inversor para que el voltaje sea positivo, tal como se observa en la figura 12, del lado derecho. El voltaje de salida del OPAMP Inversor se calcula mediante:

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}} V_{in}$$

Por lo tanto, para obtener una ganancia unitaria, seleccionamos el mismo valor de resistencia para Rf y Ri.

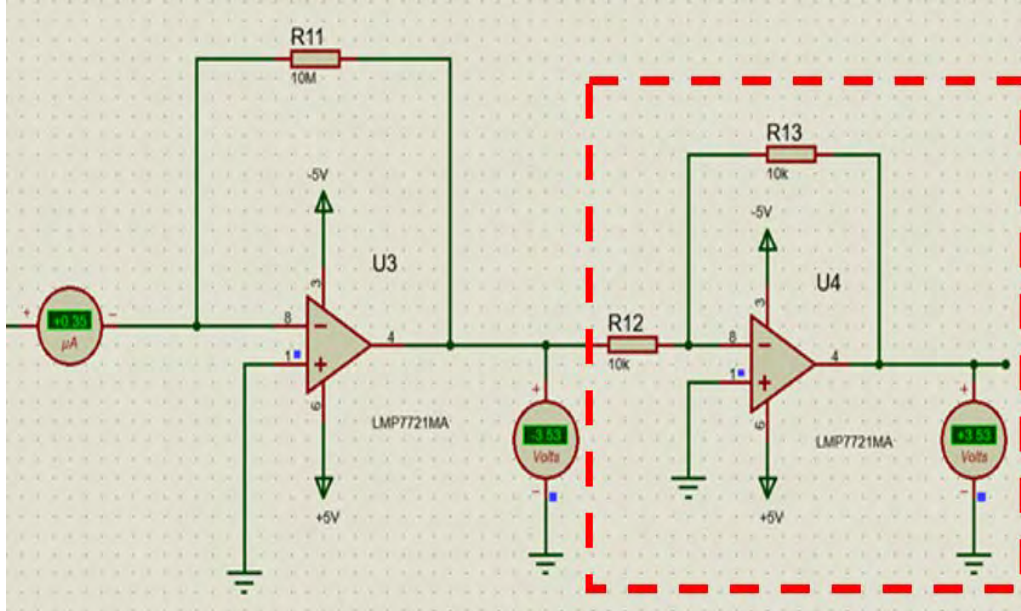


Figura 12. Etapa de OPAMP Inversor (señalado por el recuadro rojo).

En la siguiente etapa, la señal analógica de voltaje de salida del OPAMP inversor se convierte a una señal digital para procesarla posteriormente con un microcontrolador (figura 13) y mediante el código de programación descrito en el Anexo 1.

Para las últimas dos etapas de la figura 1, procesamiento de datos e interfaz gráfica, utilizamos el módulo de Arduino y con ayuda del entorno de desarrollo Arduino IDE logramos generar un programa para desplegar los datos en el módulo de la pantalla LCD.

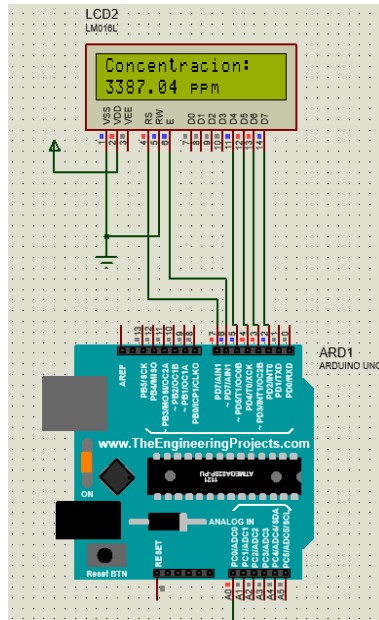


Figura 13. Procesamiento de señal con ADC + Arduino.

Después de verificar el funcionamiento adecuado de cada módulo de amplificación de señal de manera individual, unimos todos los módulos para generar un circuito que incluye las últimas tres etapas de nuestro sistema completo, circuito de acondicionamiento tal como se puede apreciar en la figura 14.

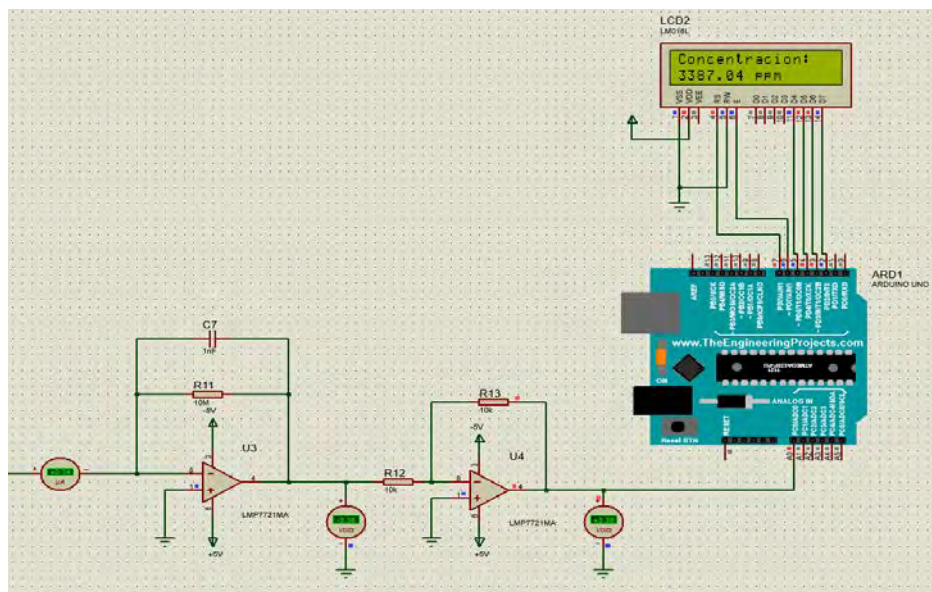


Figura 14. Esquema completo del sistema electrónico para biosensor.

Al ajustar el valor de la señal de corriente de entrada (que representa el nivel de concentración de cetonas) en el amplificador de transimpedancia, se ajusta de manera proporcional el valor de salida del OPAMP inversor.

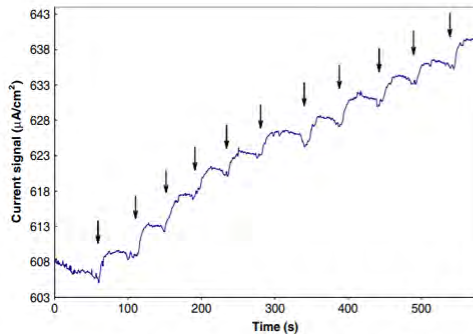
Para probar el comportamiento de respuesta, se realizaron pruebas con diferentes señales de entradas para observar la respuesta del sistema electrónico para biosensor. Podemos observar en el osciloscopio virtual, tal como se muestra en

la figura 15, que, entre mayor es la concentración de analito, mayor es la corriente generada por el biosensor, por lo tanto, la señal de voltaje de salida de nuestro sistema se incrementa.

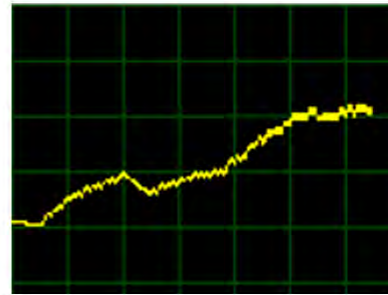


Figura 15. Señales de entrada (amarillo) y salida (verde) del sistema

Con esto obtuvimos la respuesta esperada de nuestro objetivo propuesto, ya que en la simulación se logró observar una respuesta del nivel de concentración de cetonas proporcional al nivel de la señal de corriente de salida del biosensor. Realizamos una comparación entre la respuesta esperada contra la respuesta obtenida en nuestra simulación para verificar la funcionalidad de nuestro sistema electrónico (figura 16).



Respuesta esperada



Respuesta obtenida

Figura 16. Comparativa de respuesta esperada vs. respuesta obtenida.

Conclusiones

Se cumplió la totalidad de los objetivos, es decir, se realizó efectivamente el diseño y simulación de un sistema electrónico de transducción para un biosensor. En dicha simulación virtual se obtuvo una respuesta en forma de corriente eléctrica que actúa de manera proporcional al nivel de la señal de la salida del biosensor. De esta manera es considerado capaz de detectar variaciones en los niveles de concentración de cetonas en el aliento de las personas.

En particular, con el diseño compuesto por un amplificador de transimpedancia, un amplificador inversor, un microcontrolador con convertidor analógico de 10 bits para procesamiento de datos e interfaz gráfica; en la respectiva simulación en Proteus (v8.9) se pudo observar que el sistema de biosensor se comporta efectivamente conforme al proceso de difusión de acuerdo a la Ley de Faraday. Asimismo, en esta propuesta, la concentración de analito que en realidad debiera transducirse como corriente de iones, se simula el valor de 0.35 µA mediante una variable sobre la diferencia de potencial de entrada en el sistema electrónico; es decir, la corriente de respuesta es proporcional al gradiente de concentración del producto. Después de realizar el procesamiento de la señal de corriente con el circuito de acondicionamiento en el software de Arduino se pudo desplegar la información en una pantalla LCD con el respectivo valor de 3387.04 ppm.

A futuro se pretende considerar el diseño de un filtro para señales de ruido no deseadas, junto con el diseño de la placa para el circuito impreso (PCB). También se considerarán otros componentes más pequeños en nuestro sistema para optimizar espacio, como cambiar la pantalla LCD por una pantalla OLED de 0.96”.

Referencias

- [1] World Health Organization, *Global Report on Diabetes*. 2016. (Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf?sequence=1) (Consultado: 20/01/2020)
- [2] A. Irigoyen Coria, A. Ayala Cortés, O. Ramírez de la Roche, and E. Calzada Hernández, “La Diabetes Mellitus y sus implicaciones sociales y clínicas en México y Latinoamérica,” *Archivos en Medicina Familiar*, vol. 2017, no. 19 (4), pp. 91–94.
- [3] P.-J. Chien *et al.*, “Biochemical Gas Sensors (Biosniffers) Using Forward and Reverse Reactions of Secondary Alcohol Dehydrogenase for Breath Isopropanol and Acetone as Potential Volatile Biomarkers of Diabetes Mellitus,” *Anal. Chem.*, vol. 89, no. 22, pp. 12261–12268, Nov. 2017. <http://doi.org/10.1021/acs.analchem.7b03191>
- [4] K. Schmidt and I. Podmore, “Current Challenges in Volatile Organic Compounds Analysis as Potential Biomarkers of Cancer,” *J Biomark*, vol. 2015, p. 981458, Mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/981458>
- [5] M. Righettoni, A. Tricoli, S. Gass, A. Schmid, A. Amann, and S. E. Pratsinis, “Breath acetone monitoring by portable Si:WO₃ gas sensors,” *Anal. Chim. Acta*, vol. 738, pp. 69–75, Aug. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2012.06.002>
- [6] M. Alam and A. K. M. Azad, “Development of biomedical data acquisition system in Hard Real-Time Linux environment,” *2012 International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE). 2012* <http://doi.org/10.1109/icobe.2012.6179053>.
- [7] Universidad Nacional Autónoma de México, Ed., *BIOSENSORES ENZIMÁTICOS*, vol. 15, no. 12. Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
- [8] A. Umar, S. Kim, R. Kumar, H. Algarni, and M. S. Al-Assiri, “Platinum nanoparticles decorated carbon nanotubes for highly sensitive 2-nitrophenol chemical sensor,” *Ceramics International*, vol. 42, no. 7. pp. 9257–9263, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.03.032>.
- [9] X. Luo, W. Shi, H. Yu, Z. Xie, K. Li, and Y. Cui, “Wearable Carbon Nanotube-Based Biosensors on Gloves for Lactate,” *Sensors*, vol. 18, no. 10, Oct. 2018. <http://doi.org/10.3390/s18103398>.
- [10] M. Karmaoui *et al.*, “Pt-decorated In₂O₃ nanoparticles and their ability as a highly sensitive (<10 ppb) acetone sensor for biomedical applications,” *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 230. pp. 697–705, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.snb.2016.02.100>.
- [11] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, “CARACTERÍSTICAS DE LAS DEFUNCIONES REGISTRADAS EN MÉXICO DURANTE 2017,” INEGI, 525/18, Oct. 2018. (Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/DEFUNCIONES2017.pdf>) (Consultado: 22/01/2020)
- [12] A. Staerz, U. Weimar, and N. Barsan, “Understanding the Potential of WO₃ Based Sensors for Breath Analysis,” *Sensors*, vol. 16, no. 11. p. 1815, 2016. <http://doi.org/10.3390/s16111815>.
- [13] E. Teshiba and M. Ruiz, “Diseño y Simulación de Biosensor serigrafiado a partir de la Cloroperoxidasa de *Caldariomyces Fumago* para la detección de 2,4,6-Triclorofenol en agua,” BSc, Tecnológico Nacional de Mexico, 2017.
- [14] J. Xie, S. Wang, L. Aryasomayajula, and V. K. Varadan, “Platinum decorated carbon nanotubes for highly sensitive amperometric glucose sensing,” *Nanotechnology*, vol. 18, no. 6. p. 065503, 2007. <http://doi.org/10.1088/0957-4484/18/6/065503>.
- [15] “MAKING SENSE OF BIOSENSORS,” *Surfix*, (Disponible en: <https://www.surfix.nl/applications/biosensors>) (Consultado: 22/01/2020)
- [16] M. D. Lorenzo and M. Di Lorenzo, “Use of microbial fuel cells in sensors,” *Microbial Electrochemical and Fuel Cells*. pp. 341–356, 2016. <http://doi.org/10.1016/b978-1-78242-375-1.00011-3>.
- [17] A. M. Hodges, T. W. Beck, O. Johansen, and A. Maxwell, “Electrochemical cell,” Patente: US7608175B2, 27-Oct-2009.

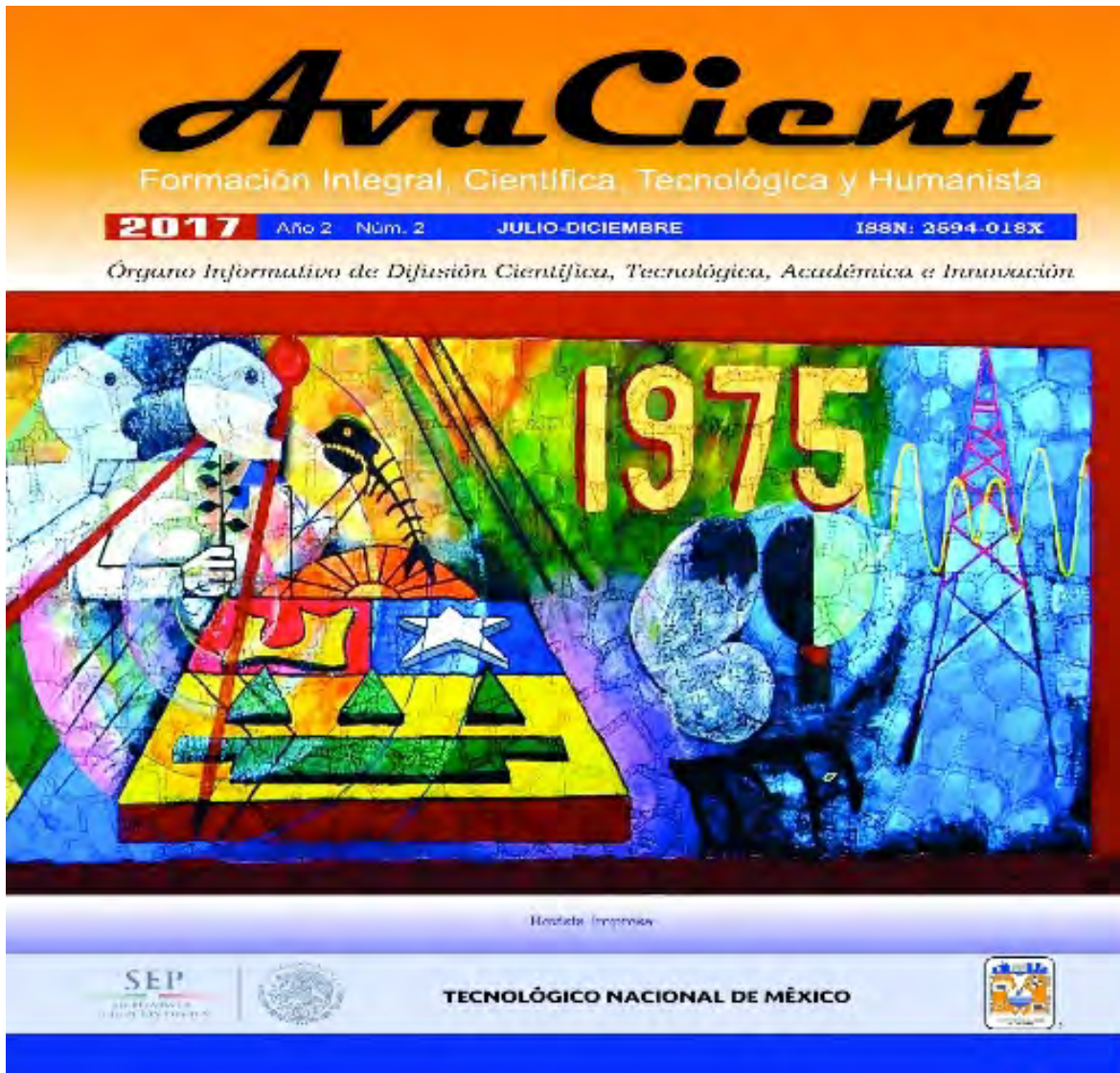
- [18] L. Ortiz Fuentes, "Desarrollo de un potenciostato para la adquisición y tratamiento de la señal de biosensores enzimáticos," Universidad Autónoma de Madrid, 2013.
- [19] N. Elgrishi, K. J. Rountree, B. D. McCarthy, E. S. Rountree, T. T. Eisenhart, and J. L. Dempsey, "A Practical Beginner's Guide to Cyclic Voltammetry," *J. Chem. Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 197–206, Feb. 2018.
- [20] R. K. Franklin, "In vivo Electrochemical Sensors," Doctor of Philosophy, The University of Michigan, 2010.
- [21] Gamry Instruments, "Common Equivalent Circuit Models," Gamry Instruments. (Disponible en: <https://www.gamry.com/assets/Uploads/resources/The-Basics-of-EIS-Part-3.pdf>) (Consultado: 23/01/2020)
- [22] Michigan State University, "Chapter 22 – Introduction to Electroanalytical Chemistry," Michigan, 2017. (Disponible en: <https://www2.chemistry.msu.edu/courses/cem434/Chapter%2022%20-%20Introduction%20to%20Electroanalytical%20Chemistry.pdf>) (Consultado: 23/01/2020)
- [23] K.-S. Sohn *et al.*, "A Unified Potentiostat for Electrochemical Glucose Sensors," *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, vol. 14, no. 5, pp. 273–277, 2013. <http://doi.org/10.4313/teem.2013.14.5.273>.
- [24] C. N. Kotanen, F. G. Moussy, S. Carrara, and A. Guiseppi-Elie, "Implantable enzyme amperometric biosensors," *Biosens. Bioelectron.*, vol. 35, no. 1, pp. 14–26, May 2012. <http://doi.org/10.1016/j.bios.2012.03.016>
- [25] Universidad Nacional del Litoral, "Química Bioanalítica," *Universidad Nacional del Litoral*, 2008. (Disponible en: <http://webs2002.uab.es/ipividori/TP/TP%2008.pdf>) (Consultado: 24/01/2020)
- [26] T. Arevalo-Ramirez, C. C. Torres, A. C. Rosero, and P. Espinoza-Montero, "Low cost potentiostat: Criteria and considerations for its design and construction," *2016 IEEE ANDESCON*. 2016 <http://doi.org/10.1109/andescon.2016.7836211>.
- [27] R. Doelling, "Potentiostats," {Bank Elektronik}, 2000. (Disponible en: <https://www.bank-ic.de/encms/downloads/potstae2.pdf>) (Consultado: 24/01/2020)
- [28] Texas Instruments, "LMP7721 3-Femtoampere Input Bias Current Precision Amplifier," *Texas Instruments*, 2008. (Disponible en: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/imp7721.pdf>) (Consultado: 24/01/2020)
- [29] T. Wang and B. Erhman, "Compensate Transimpedance Amplifiers Intuitively," *Texas Instruments*, 2005. (Disponible en: <http://www.ti.com/lit/an/sboa055a/sboa055a.pdf?ts=1587764498324>) (Consultado: 24/01/2020)
- [30] Hamamatsu, "Si photonics," Hamamatsu. (Disponible en: https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/e02_handbook_si_photodiode.pdf) (Consultado: 24/01/2020)

ANEXO 1.- Código de programación para el microcontrolador.

```
#include<LiquidCrystal.h>
int concentracion_pin = A0;
int concentracion;

LiquidCrystal lcd(7,6,5,4,3,2); //lcd(RS,EN,D4,D5,D6,D7)

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  //lcd.setCursor(0,0);
  //lcd.print("Hello Everyone!");
}
void loop()
{
  concentracion = analogRead(concentracion_pin);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Concentracion:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print((concentracion*4.8875));
  lcd.print(" ppm");
}
```



Contenido:

1. UN AMBIENTE VIRTUAL PARA EL SOPORTE DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO SÍNCRONO. Manuel Abraham Zapata Encalada, Blandy Berenice Pamplona Solís, Lino Rangel Gómez y Ana Rodríguez Flores. 3
2. LA SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES CON EL USO DE LA PLATAFORMA MOODLE. María Josefina Aguilar Leo, María Guadalupe de los Ángeles Noverola Muñoz y José Luis Esparza Aguilar. 11
3. EL PEZ LEÓN; UNA ESPECIE QUE LLEGÓ PARA QUEDARSE. José Manuel Castro Pérez, Miguel Mateo Sabido Itzá, Alejandro Medina Quej y Alicia Carrillo Bastos. 20
4. PROPUESTA DE MÓDULO RECUPERABLE DE MADERA PARA OPTIMIZAR SISTEMAS DE PISO PREFABRICADOS. Victor Antonio Chulin Tec y Eduardo González Bucio. 27
5. COMPORTAMIENTO DE AFECTACIÓN DE *MEMBRACIS MEXICANA* (HOMOPTERA: MEMBRACIDAE) EN *PUNICA GRANATUM* EN UN TRASPATIO DE CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO. María Antonia de los Ángeles Díaz Martín y Leopoldo Querubín Cutz-Pool. 41
6. LOS PROGRAMAS GUBERNAMENTALES DE APOYO A LA AGRICULTURA: ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LA POBREZA EN LAS COMUNIDADES RURALES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO. Corina Santana Duarte y Robert Beltrán López. 46
7. LOS MANGLARES, SUS ADAPTACIONES Y LOS ESTUDIOS PALEOECOLÓGICOS. Alicia Carillo-Bastos y Chloe Brynie Ulanie Rosas. 50
8. LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN EL E-GOBIERNO. Ana María López Carmona. 59
9. ANÁLISIS DEL USO Y APLICACIÓN DE LAS TIC EN LAS MICROEMPRESAS DEL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, MÉXICO. Eustacio Díaz Rodríguez, Manuel Meneses Domingo, Mario Arturo Selem Salinas y Mildred Yazmín Hernández Fera. 69
10. PLATAFORMA DE CAPACITACIÓN EN LÍNEA: UN NUEVO MODELO EDUCATIVO A DISTANCIA PARA EL PROCESO DE CAPACITACIÓN EN EL GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO. Yeni del Rocío Aguilar Cen. 74

ANÁLISIS DE FACTORES PARA GENERACIÓN DE MOVIMIENTO DE SISTEMA MECÁNICO MEDIANTE BCI

Karla Margarita Castilla Acosta¹, Aldo R. Castellanos Sartourios²,
Omar Eduardo Betanzos Martínez³, Víctor Manuel Cruz Martínez⁴

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 23/03/2020 Aceptado: 22/05/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- El presente artículo analiza los factores de retroalimentación, fatiga. Sonido, atención y meditación que intervienen en la generación de movimientos mediante una interfaz de adquisición de señal cerebral no invasiva, una BCI (Brain Computer Interfaz), teniendo como señal de salida la activación del movimiento de un sistema mecánico de brazo robot antropomórfico. Realizando el análisis y aplicando la Metodología Taguchi se identifica los parámetros que se pueden controlar y los factores de ruido no controlables, determinando así puntos de referencia para un desempeño notable en el uso de una BCI por personas con discapacidad motriz y que no presenta alteración a nivel cerebral.

Palabras claves: Análisis, Interfaz, Cerebro, Movimiento

ANALYSIS OF FACTORS TO GENERATE MECHANICAL SYSTEM MOVEMENT USING BCI

Abstract.- This article analyzes the feedback factors, fatigue. Sound, attention and meditation that intervene in the generation of movements through a non-invasive brain signal acquisition interface, a BCI (Brain Computer Interface), having as output signal the activation of movement of an anthropomorphic robot arm mechanical system. Carrying out the analysis and applying the Taguchi Methodology identifies the parameters that can be controlled and the uncontrollable noise factors, thus determining benchmarks for a remarkable performance in the use of a BCI by people with motor disabilities and that does not present alteration to brain level.

Keywords: Analysis, interface, brain, movement

Introducción

En México, según datos presentados por el ENAID 2014, la prevalencia de la discapacidad es de 6% , lo que representa 7.1 millones de habitantes en el país (INEGI, 2016). De este porcentaje el 34.8%, pudiera ser población económicamente activa debido a que se encuentra entre 30 y 59 años de edad. En virtud de lo anterior, es necesario buscar estrategias encaminadas a la incorporación en la vida laboral y productiva de esta población que presenta discapacidad motriz, pero que no presenta alteración a nivel cerebral. En un futuro las nuevas tecnologías serán de gran relevancia para ayudar a la población que presenten discapacidad motriz. Una de las tecnologías que llama la atención para ser estudiada y desarrollada, es la interfaz Cerebro-Computadora o BCI (Brain-Computer Interface, por sus siglas en inglés)(Wolpaw, 2012). El cual tiene expectativas de producir beneficios sociales sustanciales.

El presente estudio analiza factores de concentración, mediante la aplicación de la Metodología Taguchi (Jiang & Yao, 2017), que puede determinar el uso de una BCI (Mínguez, 2013), como sistema de inclusión laboral a personas con discapacidad motriz y que no presenta alteración a nivel cerebral (Arboleda et al., 2011; Eagleman, 2015). Para ello, se propone el desarrollo y validación de una interfaz que controle mediante ordenes cerebrales un sistema mecánico con salida a un brazo robot antropomórfico en una línea de producción. Esto, con el objetivo de proponer alternativas para mejorar la calidad de vida e independencia de las personas con discapacidad motriz.

Marco teórico.

En 1870, Eduard Hitzing, y Gustav Fritsch, realizan el estudio de estimulación por medio de corriente eléctrica, demostrando que los músculos y el cerebro son eléctricamente excitables, el mapeo de las funciones cerebrales y la relación de los hemisferios. Siendo los inicios de la adquisición de los potenciales de acción, es decir. cuando una

¹Karla Margarita Castilla Acosta. kcastillaa@itesco.edu.mx, CIATEQ (Centro de Tecnología Avanzada) Querétaro, Qro. / Tecnológico Nacional de México campus Coatzacoalcos. (Autor Corresponsal).

²Aldo R. Sartorius Castellanos. aldo_sartorius@yahoo.com.mx, Instituto Tecnológico de Minatitlán

³Omar Eduardo Betanzos Martínez. obetanzosm@itesco.edu.mx, Tecnológico Nacional de México campus Coatzacoalcos

⁴Víctor Manuel Cruz Martínez. victor.cruz.m.09.vcm@gmail.com, Tecnológico Nacional de México.

neurona se activa descarga un impulso denominado “potencial de acción”. Estos potenciales de acción generan actividades eléctricas que son adquiridas por electrodos.

“Un potencial de acción es una fluctuación breve (aproximadamente 1ms) y altamente estereotipada en el potencial de la membrana neuronal, es decir un cambio de polaridad muy rápido de negativo a positivo y viceversa, esto se produce por la entrada sináptica excitadora a la neurona activa, abriendo los canales de la membrana celular de forma abrupta.”(Miller & Hatsopoulos, 2012)

Actualmente la adquisición de la actividad eléctrica cerebral se realiza con electrodos de dos formas, estructuradas en la Figura No.1. *Método Invasivo*, donde la adquisición de la actividad implica procedimiento quirúrgico e implantación y el *Método No Invasivo* que adquiere la señal cerebral a nivel del cuero cabelludo, sin hacer uso de método quirúrgico.

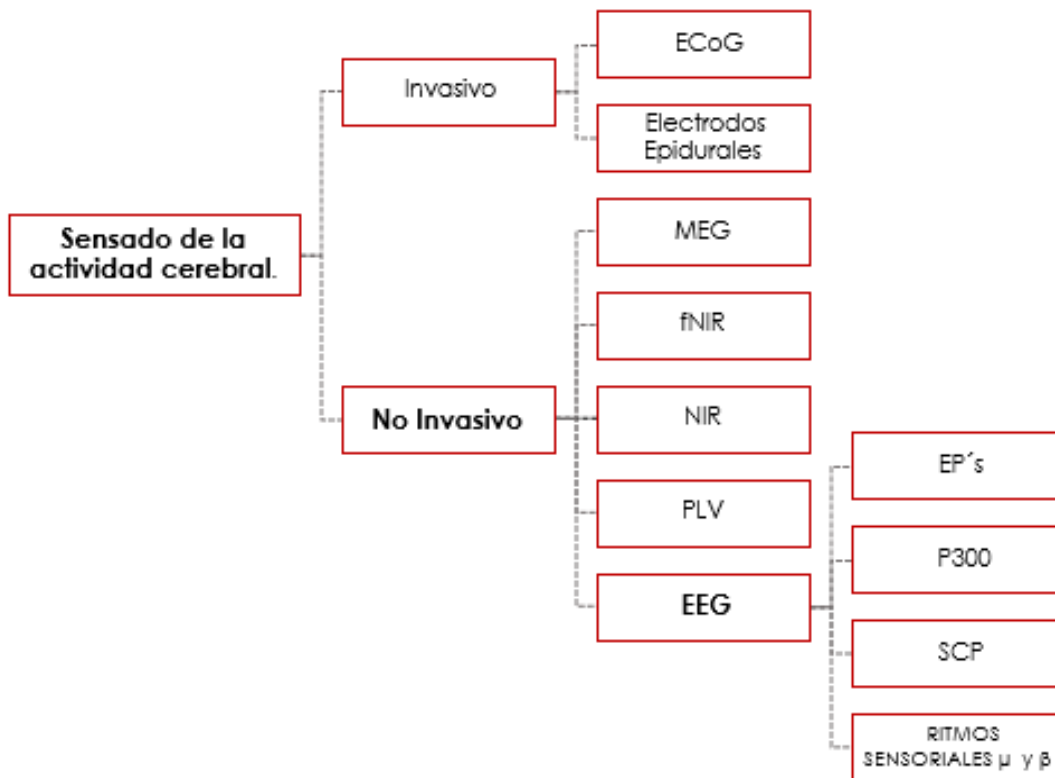


Figura No.1. Diagrama de Métodos de adquisición de la señal cerebral.

La salida del Sistema Nervioso Central (SNC) de forma natural a un sistema motriz se produce mediante una acción basada en el músculo, como se muestra en la Figura No. 2a. (SNC/Sistema Muscular), a diferencia de una salida de un SNC mediante una BCI presentado en la Figura No.2b. El SNC de forma natural optimiza sus salidas por el propio organismo, en contraste la salida de SNC con base en una BCI, depende de la interacción de controles en la adquisición y procesamientos de la señal. Las frecuencias o características de las señales cerebrales en sus salidas son mejoradas o filtradas para un mejor aprovechamiento, haciendo uso en sí de dos controladores, el primero es el SNC y el segundo una BCI(Wolpaw, 2012).

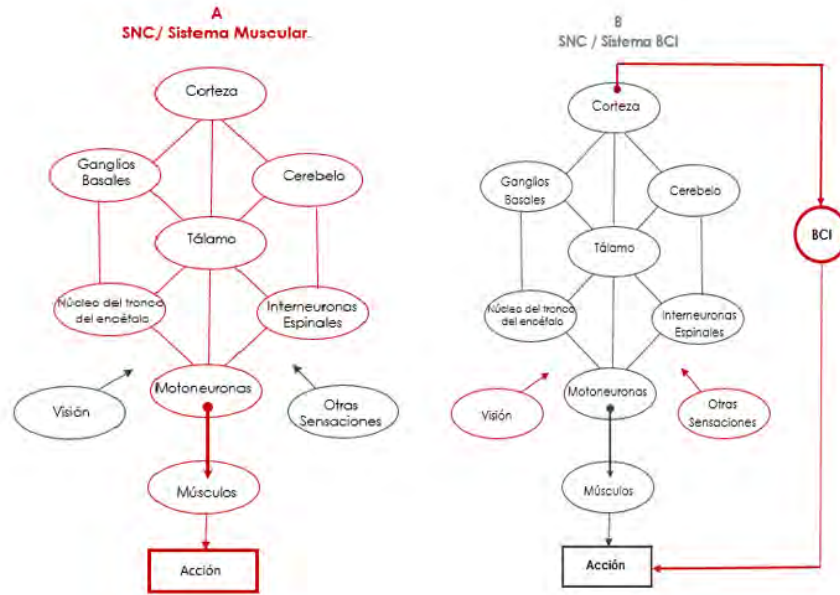


Figura No.2 a). Salida de SNC de forma Natural

Figura No.2 b). Salida de SNC con base en sistema BCI.

En la actualidad, se utilizan tareas cognitivas a través de imágenes motoras para generar y controlar la actividad del EEG en la mayoría de las BCI (Escalante & González, 2016). Sin embargo, esta tarea depende de funciones cerebrales superiores como el razonamiento, memoria, atención y concentración. Debido a este, se han realizado diferentes estudios de los factores que podrían influir en el progreso y aplicación de las BCI, con diversas perspectivas y aplicaciones.

Entre estos factores de estudio se encuentra la fatiga que puede ser la consecuencia de un estado de cansancio físico o mental, de la cual se busca concretar sistemas para extraer su índice en tiempo real. El uso de EEG es un método empleado para extraer este índice en un conductores de autos, camiones, pilotos de aeronaves u operadores de trenes que están expuesto a la conducción monótona instigando fatiga(Azzi et al., 2017), a partir de esos estudios, los resultados obtenidos han contrastado con los del Sistemas de Alerta temprana de Somnolencia para conductores en carretera (ASTiD)(AlZu’bi et al., 2013), el cual funcionan dentro del periodo pico del ciclo circadiano. Por otra parte, en jugadores de videojuegos la fatiga se puede ver reflejada en frustración y cansancio, explorando alternativas de inserción artificial de un intervalo que sirve de descanso (Thanat & Koji, 2018).

Otro factor de estudio, es el sonido, dentro del estudio de los ritmos binaurales y la música instrumental, se ha demostrado que, con un nivel de estrés normal, el sujeto de estudio alcanza un punto de relajación casi de meditación, escuchando tanto música instrumental como ritmos binaurales.

Los sonidos binaurales son sonidos de frecuencias distintos de una oreja a la otra cuando se escucha con la ayuda de un audífono estereofónico, estos sonidos tienen diferencia en su frecuencia en un rango de 1 a 4 Hz., es decir, los sujetos con un nivel de estrés por encima de lo normal, presentan un incremento en su nivel de relajación y pérdida de conciencia, a diferencia que cuando escuchan ritmos binaurales la presión arterial se reduce, disminuye la sensación de dolor del 50%, en el mismo rango de duración que la música instrumental, siendo más eficiente inducir al estado de relajación a los sujetos que tiene nivel de estrés superior a los normal (Naraballobh et al., 2015).

Sin embargo, los efectos de la música, realizando la comparación de tres condicionales, (1)la música que le gusta a el sujeto, (2) la música con la que no está familiarizado el sujeto y (3) el silencio, resultando que, escuchar la música que le gusta a el sujeto, aumenta su nivel de rendimiento en el aprendizaje, indicado que existe una relación entre el patrón temporal de la concentración, es decir el tiempo de concentración y el factor externo, en este caso la música que le gusta al sujeto (Mori et al., 2014).

Por otro lado, el factor de la música y los colores tienen gran influencia en la emoción, atención y concentración, no solo expresando emociones, también produciendo diferentes niveles de emoción en la actividad cerebral (Ursutiu et al., 2018).

Así mismo, la meditación como factor de estudio en meditadores experimentados como los monjes budistas que practican el Vipassan o meditación de atención plena todos los días, han demostrado que un dispositivo de un solo electrodo tiene suficientes características para ser usado como herramienta para investigación en comparación de un dispositivo de mayor número de electrodos (Decho & Apichart, 2015). Lo que ha permitido realizar un mayor número de estudios de rendimiento en la meditación y las tareas cognitivas de una BCI con dispositivos de un solo electrodo, como lo es en este caso de estudio.

Los estudios de la meditación han aportado que la meditación afecta las señales EEG, pero que a su vez depende de la práctica mental con imágenes motoras, de una forma iterativa, sin movimiento físico, resultando la meditación, un estado de conciencia sin pensamientos, omitiendo distractores en la realización de una tarea mental, llevando a un estado de bienestar físico y mental al individuo (Fingelkurts et al., 2015).

Metodología.

Para obtener la respuesta de activación del sistema mecánico, se realiza la adquisición de la señal por un método no invasivo, esto es, colocando una diadema tipo *Mindwave* con dos electrodos (NeuroSky, 2014), el primer electrodo se pone en la frente del sujeto y el segundo se coloca en la posición A1 (Lóbulo de la oreja izquierda), como se muestra en la Figura No.3. Esto con el fin de adquirir la señal generada por la actividad cerebral de los mismos sujetos.

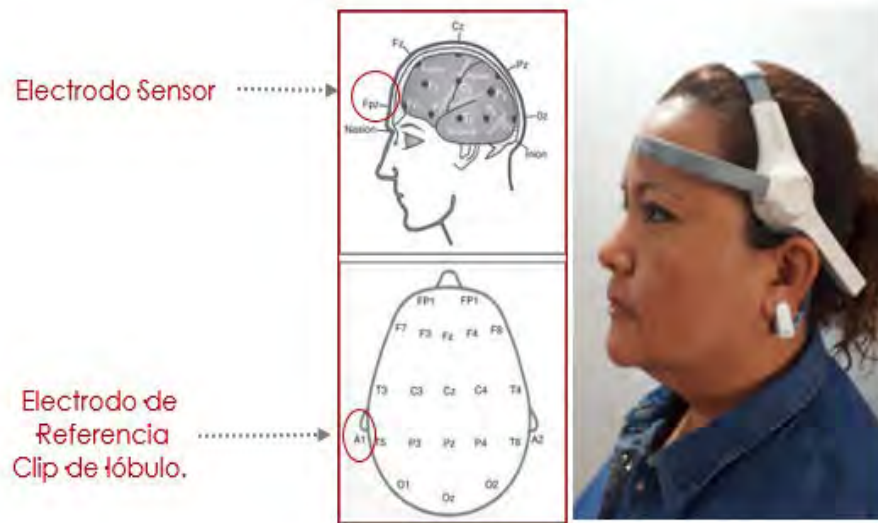


Figura No.3. Colocación de dispositivo Mindwave

La respuesta de activación del sistema mecánico para generar el movimiento, se basa en tres fases fundamentales: la adquisición de la señal cerebral, el procesamiento de la señal y la respuesta a la adquisición de la señal, representadas en la Figura No.4.

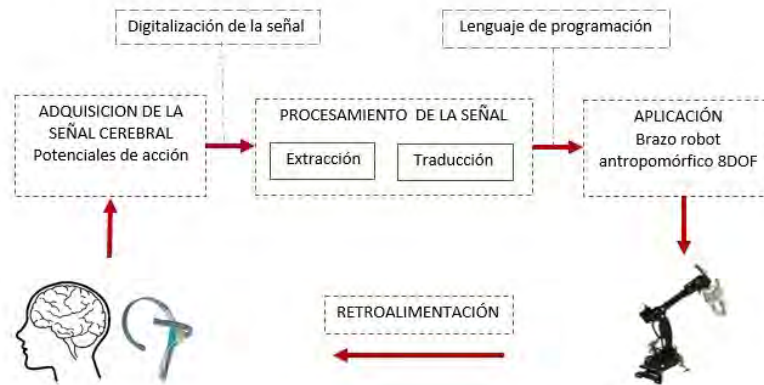


Figura No.4. Fases de sistema para generación de movimiento mediante BCI.

Las pruebas se realizan en un entorno de espacio experimental libre de ruidos externos, con dimensiones aproximadas de 5.5 x 3.5 m², paredes de color blanco, iluminación de 80 lúmenes de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008(DOF - Diario Oficial de la Federación, 2015) y temperatura de 23°C establecida dentro de la NOM-015-STPS-2001(DOF - Diario Oficial de la Federación., 2017). Como dispositivo de proyección, una pantalla marca Samsung de 32", a una distancia recomendada por el fabricante de 1.28 metros del sujeto de prueba. El sonido será recibido por medio de audífonos marca Samsung.

El estudio se realizó a 3 sujetos de prueba con edades de 20, 31 y 43 años, sexo masculino, originarios del estado de Veracruz, con diversas profesiones y actividades diarias, sin experiencia previa con entornos BCI.

Diseño Experimental (DOE).

Este método identifica los parámetros que se pueden controlar y los factores de ruido que se desea investigar (Ulrich & Eppinger, 2012), en este apartado la Metodología Taguchi incluye un factor más a los diseños de experimentos que es el uso de la métrica de relación de señal ruido. El DOE trabaja con el conocimiento del producto y forma de operación para entonces proponer los parámetros para los experimentos, esto es, los resultados experimentales se trabajarán en coordinación con el conocimiento técnico.

Para el desarrollo de un experimento DOE, se sugieren siete pasos como se muestra en la Figura No.5. Iniciando con la identificación de factores, los cuales son variables de diseño de bajo control, con valores de punto de referencia que se pueden especificar para la producción y/u operación.

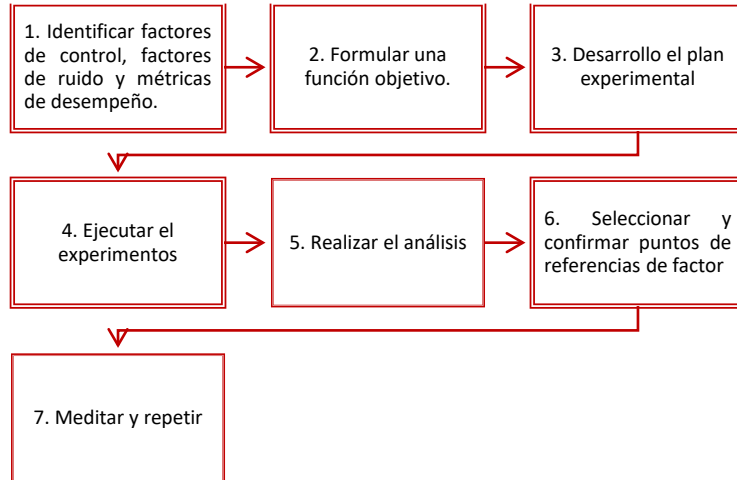


Figura No.5. Pasos del Proceso de Diseño de experimentos (DOE)

Posteriormente en la formulación de la función objetivo, se establece una correlación del factor de ruido y la métrica de desempeño, siendo los factores de ruido las variables que no se pueden controlar (variabilidad, cambios de propiedad de materiales, situación o condiciones no controladas), y las métricas de desempeño las especificaciones del producto durante los experimentos. La relación de estos componentes, se muestra en la Figura No.6.



Figura No.6. Diagrama de parámetros empleados para el diseño del experimento

Resultados y discusión.

Los datos son obtenidos de 3 sujetos de prueba, mediante el diseño factorial fraccionado con 16 combinaciones, examinando las combinaciones de niveles de cada factor, determinando la combinación de factores más viable para la activación del sistema mecánico mediante una BCI. Como resultado se obtiene la Tabla 1, la cual muestra todas las combinaciones posibles de los factores y sus estados, además del número de pruebas realizadas, cabe destacar que ninguna de las pruebas se duplica, es una de las características de la Metodología de Taguchi, la no iteración de las pruebas.

Tabla No.1. Secuencia de pruebas.

Matriz Factorial Fraccionado.					
No.de pruebas	Atención	Fatiga	Sonido	Retroalimentación	Meditación
1	baja	cansado	sin sonido	3	no
2	baja	descansado	sin sonido	3	si
3	baja	casado	sonido binaural	2	no
4	baja	descansado	sin sonido	2	no
5	alta	descansado	sonido binaural	2	no

6	alta	descansado	sin sonido	3	no
7	baja	cansado	sonido binaural	3	si
8	baja	cansado	sin sonido	2	si
9	alta	descansado	sonido binaural	3	si
10	alta	cansado	sonido binaural	2	si
11	alta	cansado	sonido binaural	3	no
12	baja	descansado	sonido binaural	3	no
13	alta	descansado	sin sonido	2	si
14	alta	cansado	sin sonido	2	no
15	alta	cansado	sin sonido	3	si
16	baja	descansado	sonido binaural	2	si

En el análisis de los factores de ruido, una característica principal es la forma como interactúan, de manera individual o bien en grupo, los resultados de estas interacciones indican el comportamiento del sistema y los factores que son significativos o no significativos en el Diseño experimental, es así que, se identifican que factores o combinaciones que pueden alterar o modificar la respuesta estimada al sistema, esto mediante los coeficientes codificados de los sujetos de prueba, los cuales se muestran en las Tabla No.2 , Tabla No.3 y Tabla No.4 respectivamente.

Tabla No.2. Coeficientes codificados Sujeto de prueba 1

Término	Efecto	Coef
Constante		21.19
ATENCION	2.125	1.063
FATIGA	-8.625	-4.313
SONIDO	11.125	5.563
RETROALIMENTACION	10.500	5.250
MEDITACION	-1.0000	-0.5000
ATENCION*FATIGA	1.6250	0.8125
ATENCION*SONIDO	0.3750	0.1875
ATENCION*RETROALIMENTACION	1.2500	0.6250
ATENCION*MEDITACION	7.250	3.625
FATIGA*SONIDO	-1.3750	-0.6875
FATIGA*RETROALIMENTACION	-1.0000	-0.5000
FATIGA*MEDITACION	-3.500	-1.750
SONIDO*RETROALIMENTACION	1.2500	0.6250
SONIDO*MEDITACION	3.250	1.625
RETROALIMENTACION*MEDITACION	-0.6250	-0.3125

Tabla No.3. Coeficientes codificados Sujeto de prueba 2

Término	Efecto	Coef
Constante		14.81
ATENCION	0.7500	0.3750
FATIGA	-6.125	-3.063
SONIDO	6.375	3.188
RETROALIMENTACION	7.625	3.812
MEDITACION	-0.000000	-0.000000
ATENCION*FATIGA	-2.000	-1.000
ATENCION*SONIDO	0.7500	0.3750
ATENCION*RETROALIMENTACION	1.7500	0.8750
ATENCION*MEDITACION	-1.3750	-0.6875
FATIGA*SONIDO	-0.3750	-0.1875
FATIGA*RETROALIMENTACION	-3.625	-1.813
FATIGA*MEDITACION	0.2500	0.1250
SONIDO*RETROALIMENTACION	1.8750	0.9375
SONIDO*MEDITACION	0.5000	0.2500
RETROALIMENTACION*MEDITACION	-2.000	-1.000

Tabla No.4. Coeficientes codificados Sujeto de prueba 3

Término	Efecto	Coef
Constante		17.50
ATENCION	-1.2500	-0.6250
FATIGA	-11.500	-5.750
SONIDO	8.000	4.000
RETROALIMENTACION	8.125	4.063
MEDITACION	1.6250	0.8125
ATENCION*FATIGA	-2.000	-1.000
ATENCION*SONIDO	0.2500	0.1250
ATENCION*RETROALIMENTACION	2.125	1.063
ATENCION*MEDITACION	1.8750	0.9375
FATIGA*SONIDO	-3.000	-1.500

FATIGA*RETROALIMENTACION	-3.375	-1.688
FATIGA*MEDITACION	0.8750	0.4375
SONIDO*RETROALIMENTACION	-2.125	-1.063
SONIDO*MEDITACION	-0.12500	-0.06250
RETROALIMENTACION*MEDITACION	-2.500	-1.250

Realizando la comparativa de los resultados de los 3 sujetos de prueba, se identifica que existe coincidencia de tres factores con el valor más alto negativo y positivo. Por lo tanto, estos factores son los de mayor influencia sobre la respuesta de activación de un sistema mecánico robot manipulador.

En ese mismo sentido, se observa el comportamiento de los 3 sujetos de prueba con sus combinaciones, para determinar la magnitud, la dirección y la importancia de los efectos en ellos. Es decir, los efectos que están más distante de 0 son estadísticamente significativos. El color y la forma es un rasgo distintivo de ellas, los puntos difieren entre efectos estadísticamente significativos están indicados por el cuadrado rojo y efectos estadísticamente no significativo por el círculo azul.

En la Figura No.7, se observa los cuatro principales efectos, de manera positiva y significativa, la interacción del factor Atención/Meditación, Sonido, Retroalimentación y de manera negativa pero significativa la interacción del factor Fatiga.

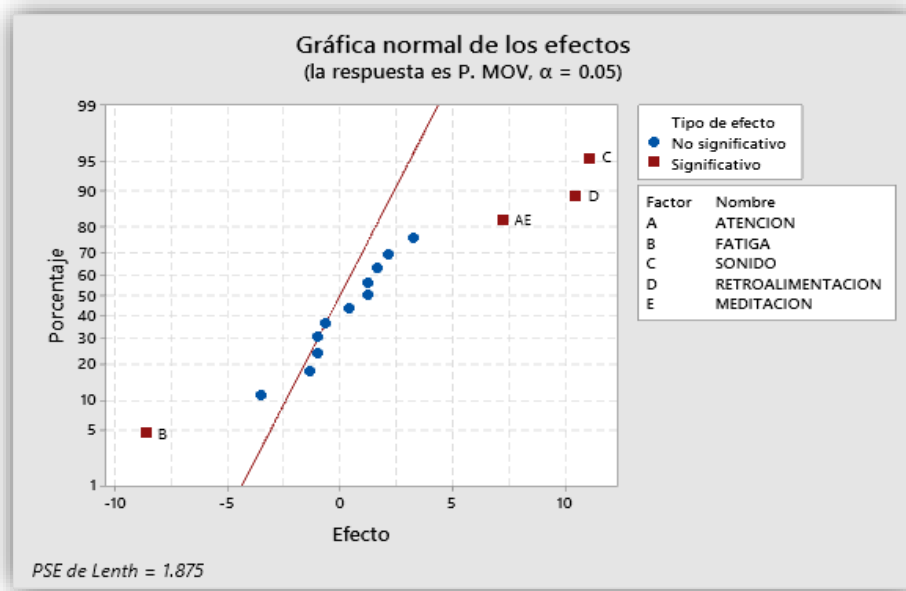


Figura No.7. Efectos significativos Sujeto de prueba 1

Por otro lado, en la Figura No.8, son identificados los principales efectos, de manera positiva y significativa, la interacción del factor Sonido, Retroalimentación y de manera negativa pero significativa la interacción del factor Fatiga.

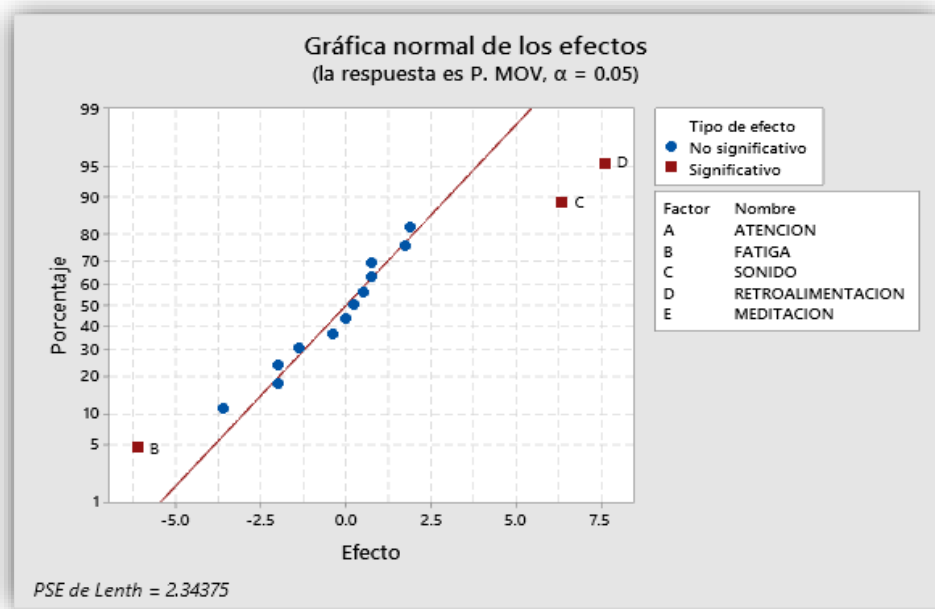


Figura No.8. Efectos significativos Sujeto de prueba 2

Así mismo, en la Figura No.9, los principales efectos, de manera positiva y significativa son interacción del factor Sonido, Retroalimentación y de manera negativa pero significativa la interacción del factor Fatiga.

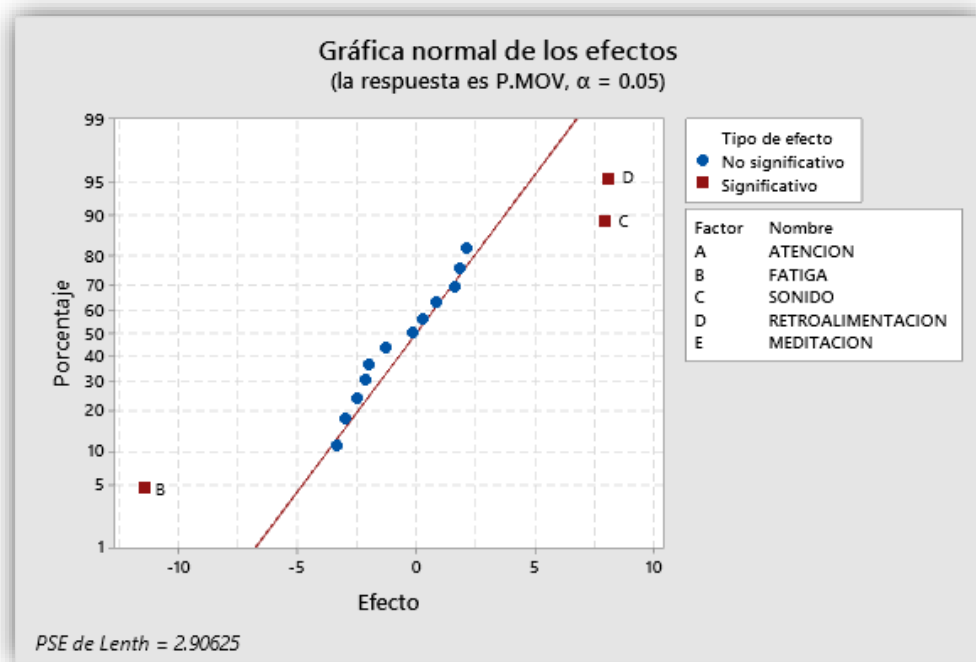


Figura No. 9. Efectos significativos Sujeto de prueba 3

De acuerdo a los gráficos analizados, se valida que los efectos significativos en los resultados de los 3 sujetos de pruebas son, Retroalimentación, Sonido, y Fatiga, identificando que una variable de cada factor mencionado contribuye directamente en la respuesta de la activación del sistema.

Es decir, la retroalimentación es un factor de peso en la activación del sistema, debido a que las interfaces generan su señal de salida por medio de intenciones, la constante práctica o recurrentes pensamiento brindará los datos necesarios para realizar un patrón característico de la señal del operador, que pueda tener repetibilidad y reproducibilidad en la calidad de la señal de salida, evitando respuestas inesperadas por estados anímicos. Dentro de esta retroalimentación es conveniente que el sujeto de estudio experimente una exposición a sonidos binaurales, que activen su nivel de concentración, con el objetivo mantener estable el nivel de fatiga, estabilizando así los factores de ruido en la gobernabilidad de la BCI.

Conclusión

Mediante el análisis estadístico de la metodología de Taguchi se valida que sí, es posible determinar factores o parámetros que afectan la concentración en usuarios al usar una interfaz cerebro computadora para la activación de un sistema mecánico. Una variable de cada factor influye directamente en la respuesta de la activación del sistema.

Pero de ninguna manera se debe concluir que los cambios en una variable afectaran a otra basándose únicamente en la correlación. Los factores de mayor significancia son sonido y retroalimentación, teniendo mayor efecto en la respuesta del sistema de forma individual con 80% de influencia y una significancia 0.8125 y 0.7000 respectivamente.

El factor de meditación no tiene significancia, esto es, no es determinante si el usuario para la activación del sistema por medio de una BCI practica o practicó algún tipo de meditación.

Por otra parte, el número total de movimiento, se observa que se producen un mayor número a lado izquierdo, que a lado derecho. Teniendo una diferencia de 2 a 3 movimientos por sujetos de prueba, determinando que es más viable que la activación del sistema realice movimiento a la izquierda que a la derecha.

En las pruebas con la $\mu \geq 10.35$, es decir, en el mayor número de movimientos se encuentra el factor fatiga y atención alta, en un 80% de ellos en combinación del sonido binaural, por lo cual se asume que el sonido binaural influye en la relajación del sujeto de prueba para lograr una atención alta, aunque el sujeto se presente con fatiga. El factor de meditación, sin sonido, sin retroalimentación y atención baja, no son recomendables para la activación de un sistema de un brazo robot a través de una BCI.

Se logró el análisis de factores para activación de un sistema mecánico haciendo uso de una interfaz cerebro-computadora (BCI) de una forma no invasiva, aplicando la Metodología de Taguchi. Sugiriendo, que este sistema puede ser una alternativa para el desarrollo de nuevas aplicaciones en líneas de producción, y también en la inserción en el campo laboral para personas con discapacidad motriz.

Referencias bibliográficas.

- AlZu'bi, H. S., Al-Nuaimy, W., & Al-Zubi, N. S. (2013). EEG-based Driver Fatigue Detection. 2013 Sixth International Conference on Developments in eSystems Engineering, 111-114. <https://doi.org/10.1109/DeSE.2013.28>
- Arboleda, C., García, E., Posada, A., & Torres, R. (2011, julio). Diseño y construcción de un prototipo de interfaz cerebro-computador para facilitar la comunicación de personas con discapacidad motora. *Revista EIA*, 11, 105-115.
- Azzi, C., Ghantous, P., Jrad, N., Hassan, M., & Sandy, R. (2017). A new system for detecting fatigue and sleepiness using brain connectivity: EEG based estimation of fatigue, vigilance and sleepiness for drivers. 2017 Fourth International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME), 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICABME.2017.8167573>
- Decho, S., & Apichart, I. (2015). Analysis of the meditation brainwave from consumer EEG device. *SoutheastCon 2015*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/SECON.2015.7133005>
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (2015). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404572&fecha=20/08/2015
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (2017). http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496113&fecha=05/09/2017
- Eagleman, D. (2015). Who will we be? En *The Brain, the Story of you*. (First American Edition, Vol. 1, pp. 160-204). Pantheonbooks New York.
- Escalante, L. A., & González, Z. J. (2016). En *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil* (1ra. Edición, pp. 312-318 ,324-332). Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. México.

- Fingelkurts, A. A., Fingelkurts, A. A., & Kallio-Tamminen, T. (2015). EEG-guided meditation: A personalized approach. *Journal of Physiology, Paris*, 109(4-6), 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2015.03.001>
- INEGI. (2016). La discapacidad en México, datos al 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).
- Jiang, R., & Yao, X. (2017). A response-based method for analyzing data from Taguchi experiments. 2017 Second International Conference on Reliability Systems Engineering (ICRSE), 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICRSE.2017.8030735>
- Miller, L. E., & Hatsopoulos, N. (2012). En *Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice* (Versión 2012, pp. 15-20). Oxford University Press.
- Mínguez, Z. M. (2013). Interfaces Cerebro-Computadora no Invasivos y Robótica para Sustitución Motora. Universidad de Zaragoza. <https://webdiis.unizar.es/~jminguez/articles/MongrafiaMinguez2013.pdf>
- Mori, F., Naghsh, F. A., & Tezuka, T. (2014). The Effect of Music on the Level of Mental Concentration and its Temporal Change. 2, 34-42. <https://doi.org/10.5220/0004791100340042>
- Naraballobh, J., Thanapatay, D., Chinrungrueng, J., & Nishihara, A. (2015). Effect of auditory stimulus in EEG signal using a Brain-Computer Interface. 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 1-5. <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2015.7206944>
- NeuroSky. (2014). EEG Headsets | NeuroSky Store. <https://store.neurosky.com/>. <https://store.neurosky.com/>
- Thanat, D., & Koji, M. (2018). Fatigue Prediction and Intervention for Continuous Play in Video Games. 2018 International Conference on Cyberworlds (CW), 451-453. <https://doi.org/10.1109/CW.2018.00089>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). Diseño y desarrollo de productos. En *Diseño y desarrollo de productos* (Quinta Edición, pp. 304-317). Mc Graw Hill Education.
- Ursutiu, D., Samoila, C., Drăgulin, S., & Constantin, F. (2018). Investigation of Music and Colours Influences on the Levels of Emotion and Concentration. En *Lecture Notes in Networks and Systems* (pp. 910-918). https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6_85
- Wolpaw, J. (2012). En *Brain-Computer Interfaces: Principles and Practice* (pp. 3-10). Oxford University Press, USA.

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL PEZ DIABLO (*PTERYGOPLICHTHYS PARDALIS*) EN EL RÍO HONDO, MÉXICO/BELICE

Gabriel Hernández Gómez¹, Juan J. Schmitter-Soto²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 27/03/2020 Aceptado: 22/05/2020 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- El pez diablo, *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes: Loricariidae), es una especie invasiva de reciente aparición en el alto río Hondo, México/Belice. En esta área se desconoce su biología básica, un tema relevante para el control del invasor. Con el objetivo de analizar algunos aspectos reproductivos de esta especie, se capturaron 39 ejemplares alrededor de La Unión en 2017-2018. La longitud total y peso máximos fueron de 430 mm y 585 g; el crecimiento fue isométrico y la proporción de sexos fue de 1:1. Todo el año se encontraron hembras en estadios III y IV de madurez, pero el índice gonadosomático mostró valores máximos en las épocas de nortes y lluvias. La talla de primera madurez fue de 319 mm, y la fecundidad media fue de 3615 ovocitos por hembra. La talla de primera madurez de *P. pardalis* fue mayor en el río Hondo, y la fecundidad media menor, en comparación con otros sitios invadidos por dicha especie, lo que podría ayudar a explicar por qué la invasión no ha avanzado igual.

Palabras clave: Fecundidad, talla de primera madurez, plecos, especies invasoras.

REPRODUCTIVE ASPECTS OF THE SAILFIN CATFISH (*PTERYGOPLICHTHYS PARDALIS*) IN THE HONDO RIVER, MEXICO/BELIZE

Abstract.- Armored catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes: Loricariidae), is an invasive species recently found in the upper Hondo River, Mexico/Belize. In this area its basic biology is not known, in spite of its relevance to control the invader. In order to analyze some reproductive aspects of the species, 39 specimens were caught near the town of La Unión in 2017-2018. The maximum total length and weight were 430 mm and 585 g; growth was isometric, and the sex ratio was 1:1. Females in maturity stages III and IV were observed year-round; however, the gonadosomatic index peaked in the cold front and rainy seasons. Size at first maturity was 319 mm and average fecundity was 3615 oocytes per female. The size at first maturity of *P. pardalis* was larger in the Hondo River, and the average fecundity lower, compared to other sites invaded by this species, which could help explain why the invasion has not proceeded in the same way as elsewhere.

Keywords: Fecundity, size at first maturity, armored catfish, invasive species.

Introducción

Debido a su comportamiento alimenticio, reproductivo y altas densidades de población, las diversas especies invasoras de pez diablo o plecos (género *Pterygoplichthys*, familia Loricariidae) constituyen amenazas significativas a las comunidades nativas de peces y a sus hábitats acuáticos (Hoover, Killgore, & Cofrancesco, 2004; Mendoza-Carranza, Hoeninghaus, García, & Romero-Rodríguez, 2010). En el sur-sureste de México se han identificado dos especies, *P. pardalis* y *P. disjunctivus* (Amador-del Ángel & Wakida-Kusunoki, 2014), además de *P. multiradiatus* en el occidente del país (Espinosa-Pérez & Ramírez, 2015).

Pterygoplichthys pardalis es nativo de la cuenca del río Amazonas; su presencia en el alto río Hondo, detectada en tributarios de la ribera beliceña en 2013, se atribuye a lluvias anómalas que pudieron darle acceso desde el lago Petén Itzá, Guatemala, el cual fue invadido en 2004, o bien desde el alto río San Pedro, a donde llegó en 2005 (Schmitter-Soto, Quintana, Valdez-Moreno, Herrera-Pavón, & Esselman, 2015). La especie tiene pocos depredadores potenciales en este río, entre ellos el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), la nutria (*Lontra longicaudis*), la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) y posiblemente el bagre de canal (*Ictalurus meridionalis*), y se ha comprobado que este plecos es presa del robalo (*Centropomus undecimalis*), un pez marino capaz de penetrar cientos de kilómetros aguas arriba por los ríos (Toro-Ramírez, Wakida-Kusunoki, Amador-del Ángel, & Cruz-Sánchez, 2014).

El río Hondo, única corriente permanente no subterránea en el estado de Quintana Roo, se ubica dentro de la provincia ictiolimnológica del Usumacinta. Ésta se caracteriza por poseer un gran número de peces endémicos de las familias

¹Gabriel Hernández Gómez, Biólogo, Tecnológico Nacional de México, gabrielh_gomez@hotmail.com.

²Juan Jacobo Schmitter-Soto, Investigador Titular, El Colegio de la Frontera Sur, jschmitt@ecosur.mx (Autor corresponsal).

Poeciliidae y Cichlidae, así como especies marinas que toleran el agua dulce o incluso se han adaptado permanentemente a ésta (Miller, 1982). La ictiofauna de este río fue evaluada justo antes de la invasión por pecos (López-Vila, Valdez-Moreno, Schmitter-Soto, Mendoza-Carranza, & Herrera-Pavón, 2014). No hay peces microendémicos de la cuenca, aunque varias de las 40 especies detectadas están incluidas en la Lista Roja, si bien sólo en la categoría de Preocupación Menor (IUCN, 2020).

La reproducción y otros temas autoecológicos de los pecos se han investigado en la mayoría de los ecosistemas mexicanos que han sido invadidos por estas especies, por ejemplo en Campeche (Wakida-Kusunoki & Amador-del Ángel, 2011), Michoacán (Rueda-Jasso, Campos-Mendoza, Arreguín-Sánchez, Díaz-Pardo, & Martínez-Palacios, 2013) y Veracruz (Castillo-Capitán, Cruz-León, Meiners-Mandujano, Hernández-Romero, & Rodríguez-Orozco, 2014). Sin embargo, en Quintana Roo no existen estudios sobre aspectos biológicos de *P. pardalis*, por lo que este trabajo tuvo como objetivo analizar la población de pez diablo en el alto río Hondo (zona de La Unión, México y Blue Creek, Belice), en términos de su frecuencia de tallas, relación longitud-peso, proporción de sexos, talla de primera madurez, época reproductiva y fecundidad.

Materiales y métodos

En la frontera natural entre México y Belice se ubica el río Hondo, el cual se origina en Guatemala con el nombre de río Azul y desemboca en la bahía de Chetumal (Schmitter-Soto et al., 2015). Tiene una longitud de 145 km, en promedio 50 m de ancho, una profundidad media de 10 m y su cuenca tributaria tiene un área aproximada de 13,465 km² (Herrera-Sansores & Heredia-Escobedo, 2011). El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura media es de 26 °C y la precipitación media anual de 1350 mm. La vegetación ribereña es diversa: selva mediana subcaducifolia, baja perennifolia, baja inundable, sabana, cañaveral, pastizal cultivado y manglar (Arriaga-Cabrera et al., 1998). El agua presenta una temperatura promedio de 29 °C, con una conductividad de 1600 a 1700 µS/cm, excepto cerca de la boca del río, donde la salinidad puede llegar a 2 ups; el pH del agua es de ~6.6, significativamente más ácido que en la laguna de Bacalar y en general que el resto de la península, donde se registra ~7.5. La transparencia no suele rebasar los 80 cm, debido a la abundante materia orgánica en suspensión (Schmitter-Soto & Gamboa-Pérez, 1996).

Se realizaron muestreos de *P. pardalis* mensualmente de febrero de 2017 a mayo de 2018 en tres estaciones localizadas en el alto río Hondo, con datos adicionales (donación de pescadores) de una cuarta estación en el río Azul (Figura 1); éstas fueron seleccionadas para representar el punto de primer registro del invasor (Dos Bocas) y sitios aledaños, a 2-3 km aguas arriba y abajo del sitio mencionado. La captura se realizó de manera directa, con arpón y equipo básico de snorkel, durante tres horas por sitio. Los peces capturados fueron identificados de acuerdo con la clave propuesta por Armbruster y Page (2006). Se registró la longitud total (LT, con un ictiómetro, hasta 1 mm) y el peso total en fresco (W, con una balanza electrónica Ohaus®, hasta 0.1 g). Posteriormente, mediante una incisión ventral se extrajo y pesó el ovario, tomando nota del estadio de madurez según la escala macroscópica de Nikolsky (1963).

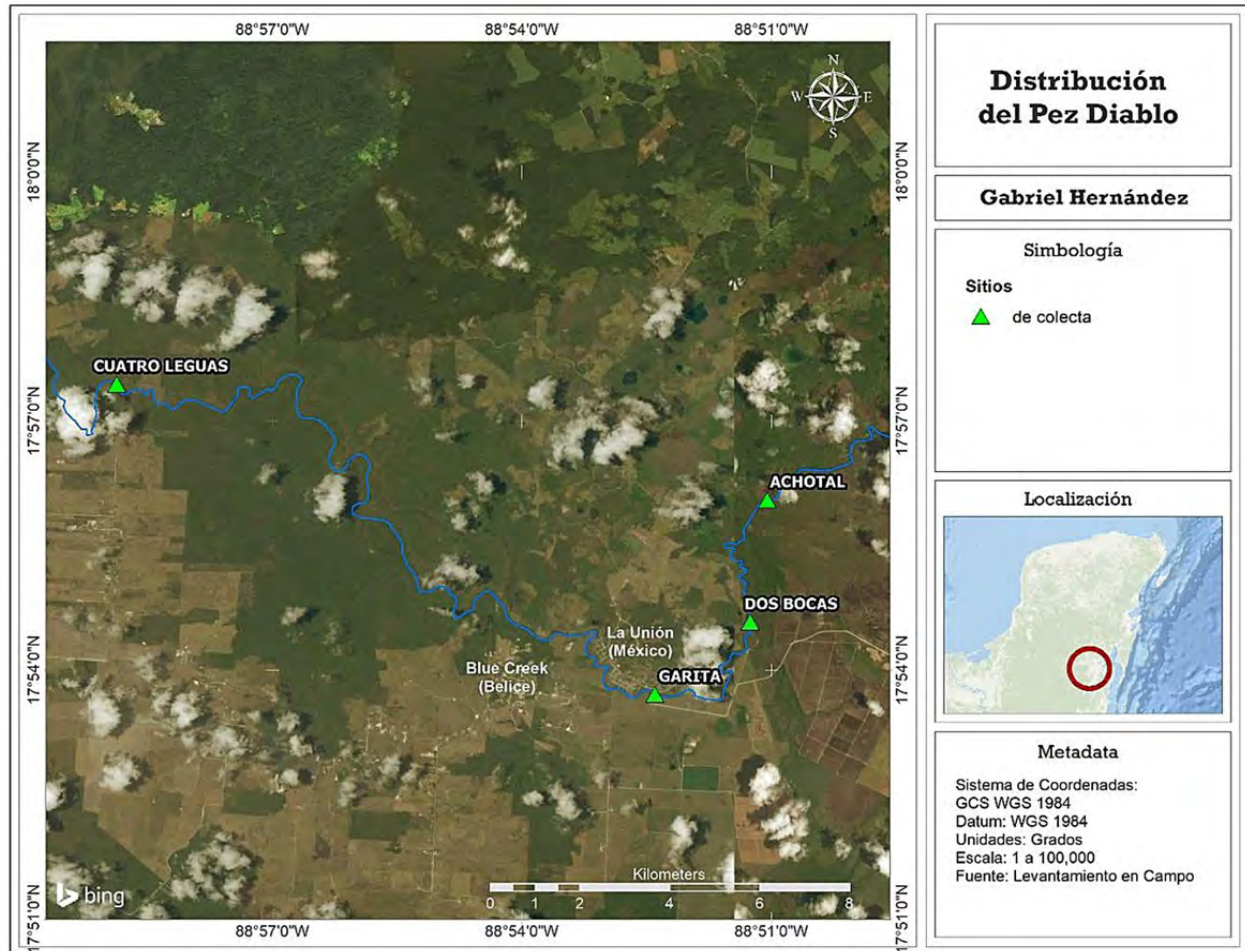


Figura 1. Área de estudio, con los sitios de captura de *Pterygoplichthys pardalis* en el alto río Hondo, frontera México/Belice (el sitio Cuatro Leguas se encuentra en el río Azul, como se denomina el río aguas arriba de La Unión).

Las gónadas se preservaron en frascos con alcohol al 96% y fueron transportadas al laboratorio en ECOSUR, Unidad Chetumal. De la parte central de la gónada se extrajo una porción de 1 g, la cual se observó bajo un microscopio binocular Zeiss®, a ~50X, para cuantificar el número total de ovocitos. Ese dato fue extrapolado al peso total del ovario para calcular la fecundidad individual (Cailliet, Love, & Ebeling, 1986).

El enfoque del análisis de los datos fue autoecológico (Cailliet et al., 1986) y se seleccionaron variables que pudieran permitir una aproximación a los aspectos reproductivos de la especie en el río Hondo. Además de LT, W y fecundidad promedio (F), se calculó el índice gonadosomático (IGS, definido como el peso de la gónada en porcentaje de W). La proporción de sexos se comparó mediante una prueba χ^2 contra la hipótesis nula de una proporción 1:1. Se efectuó una regresión potencial ($W=a \cdot LT^b$) para la relación peso-longitud (Le Cren, 1951), y la pendiente de dicha ecuación (el exponente b) se comparó mediante una prueba t contra el valor teórico de 3, para determinar el tipo de crecimiento, isométrico o alométrico. La talla de primera madurez se calculó como aquella a la cual 50% de los individuos están maduros (Vazzoler, 1996). La variación mensual de IGS y F se examinó de manera gráfica para delimitar la temporada reproductiva, agrupando los meses del año en las estaciones de estiaje (febrero-abril), lluvias (mayo-octubre) y nortes (noviembre-enero). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa Excel, con un nivel de significancia $p < 0.05$.

Resultados y discusión

Se colectaron 39 ejemplares de *P. pardalis*, con tallas de 190 a 430 mm LT y peso de 73 a 585 g. Los valores máximos son similares a los de otros ambientes invadidos, como Palizada (422 mm LT: Wakida-Kusunoki & Amador-del Ángel, 2011). Quizá por sesgo del arte de pesca, se capturaron principalmente adultos, con escasos juveniles (Figura 2). La proporción de sexos no fue significativamente distinta de 1:1 ($\chi^2 = 0.23$, g.l. 1).

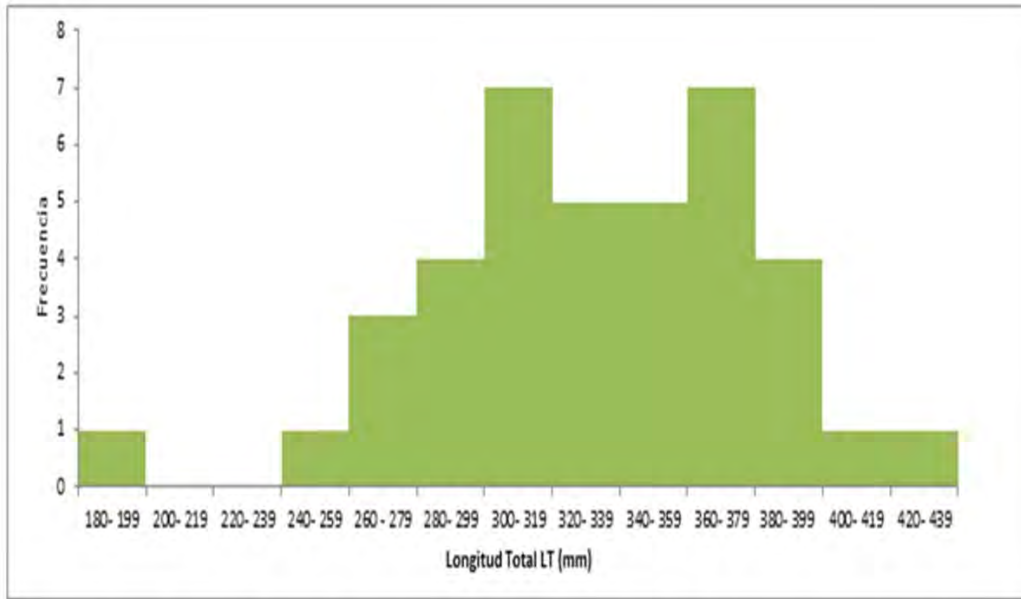


Figura 2. Distribución de frecuencias de tallas (LT) de *Pterygoplichthys pardalis* en el alto río Hondo.

La relación peso-longitud fue isométrica, pues la pendiente, $b = 2.9$, no presentó diferencia significativa respecto del valor teórico de 3 ($t = 0.04$; el ajuste fue bueno, $r^2 = 0.85$). Así ha ocurrido también en otras localidades invadidas en México (como el bajo río Grijalva: Liénart, 2013), pero no así en otros continentes; por ejemplo, en Malasia el crecimiento de *P. pardalis* fue alométrico negativo (Samat, Shukor, Mazlan, Arshad, & Fatimah, 2008). La capacidad de aumentar biomasa más allá de lo que predice la “ley del cubo” parece ser una característica adaptativa en los peces (Meyer, 1990).

En toda época del año se encontraron los estadios de madurez sexual II, III y IV. El IGS presentó un máximo en las épocas de lluvias y nortes (Figura 3).

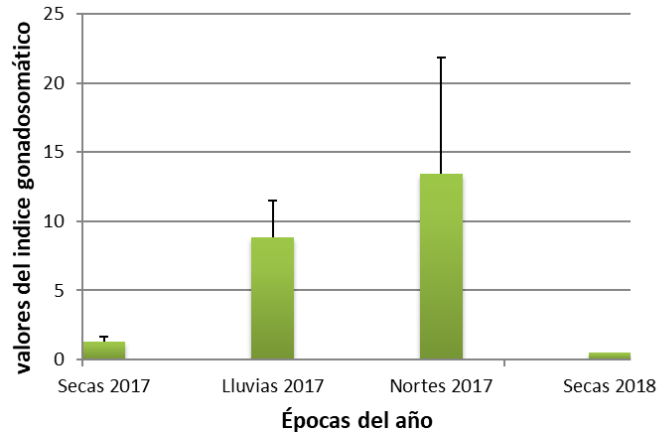


Figura 3. Variación del índice gonadosomático de *Pterygoplichthys pardalis* en el alto río Hondo por estación del año. No hay diferencia significativa entre lluvias y nortes (las barras son 1 desviación estándar).

Se aprecia entonces que la reproducción ocurre todo el año, probablemente con desoves parciales (Liénart, 2013), pero es mucho mayor en verano. Lo mismo ocurre en otras localidades invadidas, por ejemplo en el río Chacalapa, Tabasco (Castillo-Capitán et al., 2014), y se ha pensado que esto puede estar relacionado con el nivel del río (Wakida-Kusunoki & Amador-del Ángel, 2011). Esta estrategia reproductiva tiene sentido, pues el aumento del nivel inunda las riberas y pone a disposición mayor espacio para perforar sus nidos en los márgenes (Liénart, Rodiles-Hernández, & Capps, 2013). Sánchez et al., (2010) descubrieron, en Pantanos de Centla, que el pez diablo estaba presente en algunos de sus sitios de muestreo sólo durante las crecidas.

Se registró una fecundidad media de 3615 ovocitos maduros por hembra, con un intervalo de 1171 a 8100 ovocitos. La cifra es menor que en otros sitios mexicanos invadidos por *P. pardalis*. Por ejemplo, Hernández-Santos (2008) registró para la misma especie en la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, una fecundidad media de 6672 ovocitos, y una máxima de 11,484 ovocitos en un individuo de 465 mm LT. Por otro lado, Liénart (2013) reportó una cifra similar a la nuestra (3114 ovocitos por hembra) en el río Chacamax, Chiapas, pero una talla de primera madurez mucho menor (180 mm LT, comparada con 319 mm LT en el río Hondo). En los peces, una madurez adelantada, a tallas menores, suele ser efecto de una mayor densidad poblacional (Cailliet et al., 1986).

A pesar del intenso esfuerzo de muestreo, el número de ejemplares capturados fue bajo. En contra de las predicciones de Schmitter-Soto et al. (2015), la población de *P. pardalis* en el alto río Hondo no se ha incrementado sustancialmente. Tampoco ha ampliado su distribución aguas abajo de manera tan acelerada como en los demás sitios invadidos. Por ejemplo, en el río Palizada, Campeche, a escasos años de su aparición la población de pecos se había incrementado exponencialmente (Wakida-Kusunoki & Amador-del Ángel, 2011). Además, durante los muestreos en el río Hondo no se observaron madrigueras de anidación que revelaran desoves en la temporada previa. La salinidad, levemente mayor aguas abajo (hasta 2 ups en la boca del río, en el estiaje), no es un obstáculo importante, pues la especie tolera hasta 8 ups o más (Capps et al., 2011). Más bien, es posible que la aparente resistencia de este ecosistema a la invasión sea la densidad de las raíces de los árboles ribereños, un factor que ya ha sido identificado como una dificultad para la anidación del pez diablo (Liénart et al., 2013). Esto puede verse reflejado en la relativamente menor fecundidad y mayor talla de primera madurez en el río Hondo: menos huevos y una entrada más tardía a la población reproductiva. No obstante, si bien la especie aún no representa un daño para el ecosistema del río Hondo, es probable que en pocos años más la población se incremente y la distribución se extienda, ya que la presencia demostrada de hembras maduras constituye un indicador de asentamiento contundente. Con más lentitud que en otros lugares, pero es claro que la población de pecos del río Hondo está establecida y se está adaptando. Es entonces imprescindible mantener la alerta temprana, como acertadamente se hace en la comunidad de La Unión, con apoyo del Consejo de Cuenca del Río Hondo y organizaciones no gubernamentales.

Conclusiones

La longitud total y peso máximos del pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* en el alto río Hondo, México/Belice, fueron de 430 mm LT y 585 g.

El crecimiento fue isométrico y la proporción de sexos fue de 1:1.

Todo el año se encontraron hembras en estadios III y IV de madurez, pero el índice gonadosomático mostró valores máximos en las épocas de nortes y lluvias, lo cual indica un pico reproductivo similar al de otras poblaciones invasoras de la especie.

A pesar de un intenso esfuerzo de búsqueda y muestreo, se capturaron pocos ejemplares. La talla de primera madurez fue de 319 mm LT, mayor que en otros sitios invadidos, y la fecundidad media fue de 3615 ovocitos por hembra, una cifra menor, lo cual podría ayudar a explicar por qué la invasión ha progresado más lentamente en el río Hondo, con una progenie menos numerosa y una entrada más tardía a la edad reproductiva.

Referencias bibliográficas

- Amador-del Ángel, L. E., & Wakida-Kusunoki, A. T. (2014). Peces invasores en el sureste de México. In R. Mendoza-Alfaro & P. Koleff Osorio (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México* (pp. 425–433). Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Armbruster, J. W., & Page, L. M. (2006). Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, 4(4), 401–409. <http://doi.org/10.1590/S1679-62252006000400003>
- Cailliet, G. M., Love, M. S., & Ebeling, A. W. (1986). *Fishes: a field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history*. Chicago: Wadsworth.
- Capps, K. A., Nico, L. G., Mendoza-Carranza, M., Arévalo-Frías, W., Ropicki, A. J., Heilpern, S. A., & Rodiles-Hernández, R. (2011). Salinity tolerance of non-native suckermouth armoured catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) in south-eastern Mexico: Implications for invasion and dispersal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21, 528–540. <http://doi.org/10.1002/aqc.1210>
- Castillo-Capitán, G., Cruz-León, Z., Meiners-Mandujano, C. G., Hernández-Romero, Á. H., & Rodríguez-Orozco, N. (2014). Dinámica poblacional del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en la cuenca de Chacalapa (cuenca

- de Coatzacoalcos), Veracruz, México. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(3), 503–507.
- Espinosa-Pérez, H., & Ramírez, M. (2015). Exotic and invasive fishes in Mexico. *Check List*, 11(3), 1627. <http://doi.org/10.15560/11.3.1627>
- Hernández-Santos, M. (2008). *Aspectos reproductivos del loricárido Pterygoplichthys pardalis (Castelnau, 1855) en la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México Tesis Profesional*. UJAT.
- Herrera-Sansores, J., & Heredia-Escobedo, J. (2011). Hidrología superficial. In C. Pozo (Ed.), *Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Vol. 1* (pp. 42–49). Chetumal: CONABIO.
- Hoover, J., Killgore, K. J., & Cofrancesco, A. F. (2004). Suckermouth catfishes: threats to aquatic ecosystems of the United States? *Aquatic Nuisance Species Research Program Bulletin*, 04, 1–9.
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. (Disponible en: www.iucnredlist.org. Consultado: 22/01/2020)
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2), 201–219. <http://doi.org/10.2307/1540>
- Liénart, G.-D. H. (2013). *Biología reproductiva de la especie exótica invasora Pterygoplichthys pardalis (Siluriformes: Loricariidae) en los humedales de La Libertad (sitio RAMSAR No. 79), río Usumacinta, Chiapas, México*. El Colegio de la Frontera Sur. <http://doi.org/10.1167/iavs.09-5050>
- Liénart, G.-D. H., Rodiles-Hernández, R., & Capps, K. A. (2013). Nesting burrows and behavior of nonnative catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva watershed, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58(2), 238–243. <http://doi.org/10.1894/0038-4909-58.2.238>
- López-Vila, J. M., Valdez-Moreno, M. E., Schmitter-Soto, J. J., Mendoza-Carranza, M., & Herrera-Pavón, R. L. (2014). Composición y estructura de la ictiofauna del río Hondo, México-Belice, con base en el uso del arpón. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 110, 866–874. <http://doi.org/10.7550/rmb.35806>
- Mendoza-Carranza, M., Hoeninghaus, D. J., García, A. M., & Romero-Rodríguez, Á. (2010). Aquatic food webs in mangrove and seagrass habitats of Centla wetland, a biosphere reserve in Southeastern Mexico. *Neotropical Ichthyology*, 8(1), 171–178. <http://doi.org/10.1590/S1679-62252010000100020>
- Meyer, A. (1990). Morphometrics and allometry in the trophically polymorphic cichlid fish, *Cichlasoma citrinellum*: alternative adaptations and ontogenetic changes in shape. *Journal of Zoology*, 221(2), 237–260. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1990.tb03994.x>
- Miller, R. R. (1982). Pisces. In S. H. Hurlbert & A. Villalobos-Figueroa (Eds.), *Aquatic Biota of Mexico, Central America, and the West Indies* (pp. 486–501). San Diego: San Diego State University.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. Londres: Academic Press.
- Rueda-Jasso, R. A., Campos-Mendoza, A., Arreguín-Sánchez, F., Díaz-Pardo, E., & Martínez-Palacios, C. A. (2013). The biological and reproductive parameters of the invasive armored catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* from Adolfo López Mateos El Infiernillo Reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 318–326. <http://doi.org/10.7550/rmb.26091>
- Samat, A., Shukor, M., Mazlan, A., Arshad, A., & Fatimah, M. (2008). Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3, 48–53.
- Sánchez, A. J., Florido, R., Salcedo, M. Á., Ruiz-Carrera, V., Montalvo-Urgel, H., & Raz-Guzmán, A. (2010). Macrofaunistic diversity in *Vallisneria americana* Michx. in a tropical wetland, southern Gulf of Mexico. In *Diversity of Ecosystems* (pp. 1–26).
- Schmitter-Soto, J. J., & Gamboa-Pérez, H. C. (1996). Composición y distribución de peces continentales en el sur de Quintana Roo, Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 44(1), 199–212.
- Schmitter-Soto, J. J., Quintana, R., Valdez-Moreno, M. E., Herrera-Pavón, R. L., & Esselman, P. C. (2015). Armoured catfish (*Pterygoplichthys pardalis*) in the Hondo River basin, Mexico-Belize. *Mesoamericana*, 19(3), 9–19.
- Toro-Ramírez, A., Wakida-Kusunoki, A. T., Amador-del Ángel, L. E., & Cruz-Sánchez, J. L. (2014). Common snook [*Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)] preys on the invasive Amazon sailfin catfish [*Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855)] in the Palizada River, Campeche, southeastern Mexico. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(3), 532–534. <http://doi.org/10.1111/jai.12391>
- Vazzoler, A. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleosteos: teoria e prática*. São Paulo: EDUEM/SBI.
- Wakida-Kusunoki, A. T., & Amador-del Ángel, L. E. (2011). Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(2007), 870–878. <http://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.739>

ESTUFAS ECOLÓGICAS PARA DISMINUIR LOS ÍNDICES DE POBREZA EN QUINTANA ROO

Eustacio Díaz Rodríguez¹, Corina Santana Duarte²

José Manuel Meneses Domingo³

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Recibido: 06/11/2019 Aceptado: 12/12/2019 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- En este trabajo presenta los resultados de la evaluación del impacto en el bienestar que presentan las familias beneficiadas por el programa social “Cambiamos juntos tu localidad-Estufas ecológicas” promovido por la Secretaría de Desarrollo Social en el Estado de Quintana Roo, México, específicamente una muestra aplicada en el municipio de Bacalar. Se realizó mediante una investigación con enfoque cuantitativo toda vez que, a través de un modelo estadístico, se estima el grado de satisfacción de un individuo beneficiado con el programa y se ponderan variables determinantes que permiten establecer una diferencia aritmética del grado de satisfacción con relación a otra persona no beneficiada. Los datos se obtuvieron mediante la aplicación de encuestas in situ, para verificar y validar el uso de los utensilios y la confiabilidad de las respuestas.

Palabras clave: Desarrollo social, pobreza, estufa ecológica, evaluación.

ECOLOGICAL STOVES TO DECREASE THE POVERTY INDICES IN QUINTANA ROO

Abstract.- This paper presents the results of the evaluation of the impact on well-being presented by families benefited by the social program "Cambiamos juntos tu localidad-Estufas ecológicas" promoted by the Secretary of Social Development in the State of Quintana Roo, Mexico, specifically an applied sample in the municipality of Bacalar. It was carried out by means of a research with a quantitative approach since, through a statistical model, the degree of satisfaction of an individual benefited by the program is estimated and determining variables are weighted that allow establishing an arithmetic difference in the degree of satisfaction in relation to another person not benefited. The data was obtained through the application of on-site surveys, to verify and validate the use of the utensils and the reliability of the answers.

Keywords: Social development, poverty, ecological stove, evaluation.

Introducción

En todo el mundo existe las carencias, ya sea por alimentos, por la falta de acceso al agua, por educación y otros servicios que se consideran básicos como lo menciona las Naciones Unidas. Alrededor del mundo sin importar el género, etnia o edad, pasan por carencias, lo que conlleva a que estas personas tengan un mal desarrollo, generando algún tipo de enfermedad, entre ellas, la anemia.

Según Adato (2004) existen diversos tipos de carencia, entre ellos se encuentran los materiales, por amor, de felicidad descanso y muchas más, pero la pobreza lo relaciona a la falta de alguna cosa. En varias partes del mundo, la quema de combustibles provenientes de materia orgánica es una práctica común utilizada para calentar los hogares y en especial, cocinar alimentos. Uno de los combustibles más usados es la leña. Cerca de 3000 millones de personas, 40% de la población mundial, recurren a esta actividad (OMS, 2014).

El uso de estos combustibles es común en personas con bajos ingresos, con poco o nada de acceso a combustibles más modernos. Los países que más utilizan la biomasa se encuentran ubicados en África Subsahariana, en América Latina y en Asia, siendo India y China los países que más utilizan biomasa en el mundo (OMS y PAHO, 2007).

En México alrededor del 19% de la población total del país, 23 millones de personas, utiliza la leña en sus hogares, las cuales viven principalmente en áreas rurales y áreas urbanas marginadas (Caballero, 2010). Entre los estados del país

¹Eustacio Díaz Rodríguez. ediaz@itchetumal.edu.mx. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, Col. David Gustavo Gutiérrez. C.P. 77013. Chetumal Q, Roo. (**Autor corresponsal**).

²Corina Santana Duarte. corina.duarte@hotmail.com. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, Col. David Gustavo Gutiérrez. C.P. 77013. Chetumal Q, Roo.

³José Manuel Meneses Domingo. jm_meneses123@hotmail.com. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, Col. David Gustavo Gutiérrez. C.P. 77013. Chetumal Q, Roo.

que más utilizan la leña se encuentran: Oaxaca con 45.6 %, Chiapas donde el 41.8 % de las viviendas utilizan la leña, le siguen Guerrero con 39.4 %, Tabasco con 36.8% y Yucatán con 31.9 %. Quintana Roo presenta el 14.2 % de las viviendas del estado la utilizan estando por encima de la media nacional que es del 11.7% (SEMARNAT, 2016).

El Principal uso de la madera en México es como combustible (CONAFOR, 2008). En el país se extraen anualmente 30 millones de m³ de madera para este fin, siendo tres veces más que la producción maderable industrial. La leña es el principal combustible utilizado en el medio rural mexicano, ya que el 89 % de la población rural depende de ella (Ghilardi, 2007).

Su forma de obtención es la recolección, esta actividad requiere de un gran esfuerzo físico y de mucho tiempo, ya que las personas llegan a emplear desde media hora hasta dos horas y media en la recolección (García Burgos, 2008). Pero debido la gran demanda de este combustible ha causado degradación y pérdida de la superficie forestal, lo que lleva a otros problemas como la erosión del suelo, la pérdida de la biodiversidad y la reducción de la precipitación (Masera, 2005).

Franco (2012) plantea que el propósito de la estufa ecológica es mejorar la calidad de vida de los pobladores de las áreas rurales de la región (contaminación y afectación de la salud), mediante la reducción de emisiones de humo al cocinar en fogones tradicionales y al mismo tiempo, contribuir a la conservación de los recursos naturales, ya que se reduce la presión hacia nuestros bosques y se evita la deforestación, debido a el ahorro significativo de leña.

Para Castro y Said (2018), los materiales y el diseño de las estufas contribuyen a retener el calor durante más tiempo, y una placa de arcilla especial colocada sobre el fuego actúa como barrera a la pérdida de energía y conduce mejor el calor. Como resultado, las placas se mantienen calientes hasta cinco horas, incluso después de que el fuego se ha apagado, por lo que resulta más fácil cocinar los alimentos sin supervisión constante.

Por otra parte, en el ámbito internacional se encuentra la investigación realizada por los autores Samayoa, A. J. E. G., & Esau, J. (2009) en su informe final del estudio de sistematización de estufas ahorradoras de leña en ocho municipios del altiplano occidental de Guatemala, nos indican que históricamente los beneficios asociados a las estufas mejoradas parten de prioridades establecidas en el momento que les ha tocado manifestarse. En sus inicios se plantearon de la siguiente manera:

- Ahorro de leña y economía del hogar.
- Comodidad al cocinar por el traslado del fuego, del suelo a un nivel más alto.
- Limpieza y beneficio a la salud, por la eliminación del humo en el interior de la cocina.
- Beneficio ambiental al reducir el consumo de leña y evitar la deforestación.

Significativamente se obtiene que en la economía del hogar aporta grandes beneficios las estufas ahorradoras de leña, y esto lo hacen mención en sus conclusiones al mencionar que, la estufa mejorada tipo plancha modelo INTECAP, tiene un ahorro de 58% en gasto de leña con relación al fogón abierto, mientras que la estufa ahorradora de leña tipo plancha de fuego semi-encerrado tiene un ahorro del 20% con relación al fogón abierto.

En México, el promedio diario de consumo de leña por familia en las zonas rurales es de 5 kg y se utiliza principalmente para encender los fogones tradicionales, los cuales dispersan el humo por toda la casa, produciendo irritación en los ojos e inclusive a largo plazo generan enfermedades crónico-respiratorias (SEMARNAT, 2016).

Formulación del problema.

En el ámbito nacional, existen numerosas investigaciones, entre ellas tesis, artículos de revista, entre otros, enfocados en la evaluación de estufas ecológicas. Sin embargo, se limitan las investigaciones de tipo impacto económico en las mismas estufas, por lo que es importante mencionar algunas de las que se utilizaron en el presente trabajo, a fin de tener más soporte documental en relación con el tema investigado. Un ejemplo de ellas es la investigación realizada por Ramírez Rodas, L. D. R. (2014), donde este trabajo tuvo como objeto de estudio la construcción, implementación y evaluación de una estufa ahorradora de leña.

En el Estado de Quintana Roo existen distintas locaciones rurales y urbanas, dentro de ellas Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, José María Morelos, Bacalar, entre otros, que, por motivos de dispersión, rezago social, entre otras

causas sufren de falta de recursos económicos y carencias en servicios básicos. Para reducir y/o eliminar estos problemas dentro de las comunidades se es requerido distintos apoyos económicos por parte del gobierno.

Existen diferentes programas de beneficios para aminorar las dificultades económicas, uno de estos programas es implementado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOC), como parte del programa Cambiemos Juntos tu Comunidad, en el que consiste en la entrega de estufas ecológicas a los pobladores a fin de que se tenga mejor calidad de vida y con el propósito de contrarrestar y reducir más de 60% el consumo de leña y hasta el 98% de agentes contaminantes para las personas ya que están diseñadas para impedir la fuga de humo y de calor hacia el interior de las viviendas, previniendo afectaciones a la salud, especialmente en adultos mayores y niños (Secretaría de Desarrollo Social, 2017).

Por lo que, haciendo mención ante la anterior investigación, se deduce que sin importar qué tipo de estufa ahorradora de leña sea la que se utilice, habrá beneficios de impacto en diversos ámbitos, entre ellos económicos, en las familias del hogar y es aquí donde se encuentra la similitud con la investigación ahora realizada.

Este trabajo surge como necesidad de medir el beneficio que obtuvieron las familias del Estado de Quintana Roo mediante el programa “Cambiemos juntos tu localidad-Estufas ecológicas” de la cual se entregaron a lo largo del territorio de 3000 estufas ecológicas y específicamente en el Municipio de Bacalar se entregaron 702 estufas. El estudio prevé recabar 336 encuestas validadas por la SEDESOC y el INEGI, como resultado de una muestra aleatoria distribuida por conglomerados y representativa del total de beneficiarios en el Estado, debido a la dispersión territorial de las familias beneficiadas. Para este trabajo se utilizó la información de la muestra piloto con la misma metodología antes descrita, que fue aplicada a 30 beneficiarios en el municipio de Bacalar y que permite generar el modelo para el análisis posterior con la muestra definitiva.

Conclusiones

Con base en el análisis de la información se pudo observar para las variables más importantes de acuerdo al propósito del programa que, en primera instancia, el grado de satisfacción por el ahorro de leña, el 46.7% expreso que su nivel de satisfacción fue mucha, el 33.3% dijo que fue regular y el 20% manifestó que su satisfacción fue poca o nula como se aprecia en la Tabla:

Tabla 1. Satisfacción por el ahorro en leña.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nada	2	6,7	6,7	6,7
	Poco	4	13,3	13,3	20,0
	Regular	10	33,3	33,3	53,3
	Mucho	14	46,7	46,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la satisfacción por el ahorro de gas como combustible, el 66.7% expreso que su satisfacción fue mucha, el 16.7% comento que fue regular y 16.6% dio que su satisfacción fue poca o nula como se aprecia en la Tabla:

Tabla 2. Satisfacción por el ahorro en gas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	nada	4	13,3	13,3	13,3
	poco	1	3,3	3,3	16,7
	regular	5	16,7	16,7	33,3
	mucho	20	66,7	66,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

El grado de satisfacción general en el uso de la estufa ecológica, el 76.7% de los beneficiarios manifestaron que es alta, mientras que los que respondieron que su satisfacción es regular fue el 20% y solo el 3.3 considera que su satisfacción fue poca como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Frecuencias de la Satisfacción general.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	poco	1	3,3	3,3	3,3
	regular	6	20,0	20,0	23,3
	mucho	23	76,7	76,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la opinión sobre el ahorro de tiempo el 60% de los beneficiarios manifestaron que su satisfacción fue regular, un 30% expreso que su satisfacción fue mucha, mientras que el 10% opinó que su satisfacción fue poca o nula de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4. Satisfacción en el ahorro de tiempo.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	nada	2	6,7	6,7	6,7
	poco	1	3,3	3,3	10,0
	regular	18	60,0	60,0	70,0
	mucho	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la variable donde se analiza el beneficio en la limpieza por el uso de la estufa ecológica, se encontró que el 30% considera que la satisfacción fue mucha, mientras que el 43.3% solo considero la satisfacción como regular, el 3.3% manifestó que fue poca y el resto considera que no hay beneficio como se puede apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Beneficio en la limpieza.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	nada	7	23,3	23,3	23,3
	poco	1	3,3	3,3	26,7
	regular	13	43,3	43,3	70,0
	mucho	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la variable relacionada con el beneficio en salud por el uso de la estufa ecológica, se aprecia que el 66.7% de los entrevistados consideran que fue mucho, el 23% lo considera regular y solo el 10% opina que no hubo beneficio, esto se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Beneficio en la salud.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	nada	3	10,0	10,0	10,0
	regular	7	23,3	23,3	33,3
	mucho	20	66,7	66,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Sobre la variable que considera la disminución en el riesgo de que suceda algún accidente, el 96.7% manifestó que el uso de la estufa ecológica si disminuye la probabilidad de que ocurra un accidente, mientras que solo el 3.3% expreso que bajo su percepción el uso de este utensilio no disminuye el riesgo, esto se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7. Disminución en el riesgo de accidentes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	no	1	3,3	3,3	3,3
	si	29	96,7	96,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la variable donde se valora el hecho de que en el último año se haya tenido algún padecimiento relacionado con las vías respiratorias o los ojos por estar expuestos al humo, los beneficiarios expresaron que en el 56.7% si se presentó algún padecimiento mientras que el 43.3 expresó que no tuvo este incidente, esto se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Presencia de enfermedades en el último año por exposición al humo.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	no	13	43,3	43,3	43,3
	si	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que uno de los objetivos primordiales del programa es el determinar el impacto sobre la salud de los integrantes del hogar beneficiado, se identificó mediante una matriz de correlaciones, las variables con significancia aceptable. Quedando como la variable dependiente el Beneficio en Salud (*Benef_salud*) y las independientes Beneficio por ahorro en gas (*Ahorro_gas*) y Beneficio por ahorro en leña (*Ahorro_leña*), mientras que el resto de las variables fueron desechadas en virtud de no mostrar una afectación significativa sobre nuestra variable dependiente.

Con base en lo anterior se construyó un modelo que busca explicar los cambios en la variable *Benef_salud*:

Tabla 9. Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,755 ^a	,570	,554	,62572	
2	,796 ^b	,634	,607	,58748	1,873
a. Predictores: (Constante), Ahorro_gas = <i>Satisfacción por el ahorro en gas</i>					
b. Predictores: (Constante), Ahorro_gas, Ahorro_leña = <i>Satisfacción por el ahorro en gas + Satisfacción por el ahorro en leña</i>					
c. Variable dependiente: <i>Benef_salud = Beneficio en la salud</i>					

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 9, para determinar los mejores estimadores de nuestra variable dependiente a través del cálculo de dos modelos como se enlista a continuación:

$$\text{Benef_salud} = f(\text{Ahorro_gas}) \quad (1)$$

$$\text{Benef_salud} = f(\text{Ahorro_gas}, \text{Ahorro_leña}) \quad (2)$$

La Tabla 9 muestra los resultados del ajuste del modelo de regresión. El valor de R cuadrado, que corresponde al coeficiente de determinación, mide la bondad del ajuste de la recta de regresión a la nube de puntos, el rango de valores es de 0 a 1. Valores pequeños de R cuadrado indican que el modelo no se ajusta bien a los datos. R cuadrado = 0.634 indica que el 63.4% de la variabilidad de *Benef_salud* es explicada por la relación lineal con *Ahorro_gas* y *Ahorro_leña*. El valor R (0.796) representa el valor absoluto del *Coficiente de Correlación*, es decir es un valor entre 0 y 1. Valores próximos a 1 indican una fuerte relación entre las variables. La última columna nos muestra el *Error típico de la estimación (raíz cuadrada de la varianza residual)* con un valor igual a 0.58748.

Tabla 10. Coeficientes del modelo.

Coeficientes ^a							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad		
	B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	1,234	,384		3,210	,003		
Ahorro_gas	,663	,109	,755	6,086	,000	1,000	1,000
2 (Constante)	,689	,439		1,569	,128		
Ahorro_gas	,551	,114	,627	4,820	,000	,800	1,251
Ahorro_leña	,288	,132	,284	2,183	,038	,800	1,251

a. Variable dependiente: *Benef_salud*

Fuente: Elaboración propia.

Para el modelo 1, la ecuación de la recta estimada o ajustada es:

$$Benef_salud = 1.234 + 0.663 (Ahorro_gas) \quad (3)$$

Para el modelo 2, la ecuación de la recta estimada o ajustada es:

$$Benef_salud = 0.689 + 0.551 (Ahorro_gas) + 0.288 (Ahorro_leña) \quad (4)$$

Así mismo, en esta Tabla 10 se presentan los resultados de los dos contrastes individuales de la significación de cada uno de estos parámetros. En nuestro caso para el primer contraste, la interpretación de β_0 (denominado constante en la tabla 12) indica el valor de *Benef_salud* que correspondería a un valor de *Ahorro_gas* igual a 0 y *Ahorro_leña* igual a 0.

El segundo contraste corresponde a la pendiente de la recta, para el modelo 1 el estadístico que aparece en la columna t vale 6.086 tiene un p-valor asociado, columna Sig, menor que 0.001, menor que el nivel de significación $\alpha = 0.05$ que conduce al rechazo de la hipótesis nula y podemos afirmar que existe una relación lineal significativa entre *Benef_salud* y *Ahorro_gas*.

Para el modelo 2 el estadístico t vale 4.820 y 2.183 para las variables *Ahorro_gas* y *Ahorro_leña* respectivamente, para las dos variables independientes el nivel de significación es menor que $\alpha = 0.05$ por lo que se afirma que existe una relación significativa entre la variable *Benef_salud*, y las variables *Ahorro_gas* y *Ahorro_leña*.

Determinación del impacto.

Dado el mejor desempeño por sus R cuadrada, se define el modelo de la ecuación (4) como el mejor para estimar el valor de la variable *Benef_salud*, considerando los valores de la media para las variables independientes con base a los resultados de la Tabla 2, obteniendo el valor de 3.466, el cual representa la estimación del grado de beneficio en salud que tienen los hogares cubiertos por el programa social "Cambiemos juntos tu localidad-estufas ecológicas".

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que el nivel de beneficio en salud del mismo grupo antes de ser beneficiado del programa se cumple bajo el supuesto de que las variables independientes *Ahorro_gas*=0 y *Ahorro_leña*=0, por lo que el valor estimado para la variable dependiente *Benef_salud* = 0.689.

A la luz de estos resultados y con base a la metodología planteada para la teoría del cambio, se establece la siguiente ecuación:

$$\alpha_i = Y1_i - Y0_i \quad (5)$$

Donde α_i es el impacto del programa sobre el beneficio de la salud en la persona i, $Y0_i$ es resultado potencial que registraría el individuo i sin el beneficio del programa, por otra parte, tenemos que $Y1_i$ es el resultado potencial que registraría el individuo i con el beneficio del programa. Por tanto, se asumen los valores para $Y0_i = 0.689$ y $Y1_i = 3.466$, obteniéndose el valor para el impacto del programa específicamente en el beneficio en la salud en $\alpha_i = 2.777$.

Con base al análisis anterior, podemos concluir que el programa social "cambiemos juntos tu localidad-Estufas ecológicas" a la luz de la demostración empírica se considera altamente importante para el combate a la pobreza en el

Estado de Quintana Roo, en este sentido se pudo corroborar y afirmar este hecho con este trabajo, que dicho programa presenta impactos económicos positivos en la población beneficiada.

El beneficio que se percibe por el ahorro en gas derivado del uso de las estufas ecológicas que funcionan con la leña que se recolecta y el beneficio que se percibe en el ahorro en leña al sustituir sus fogones tradicionales con el utensilio brindado por dicho programa, el cual es más eficiente en la combustión de los materiales, da más realce a los comentarios de que se tienen un gran beneficio para las comunidades de Bacalar.

Una vez determinado el modelo se puede estimar el impacto entre un grupo con los beneficios del programa y de otro grupo sin el beneficio. Por lo tanto, se puede afirmar que el programa en estudio genera beneficios positivos en la economía de la población beneficiada de forma considerable, ya que un gran porcentaje de la población se encuentra lo suficientemente satisfecha en términos de ahorro de gas y leña, en comparación a los datos arrojados restantes sobre personas que tienen poca o nada de satisfacción. Con base en lo anterior, se espera que se pueda replicar el modelo para la muestra definitiva en la siguiente fase del proyecto.

Referencias bibliográficas

- Adato M., Boltvinik J., Brachet V. et al. (2004). La pobreza en México y en el mundo. México: siglo veintiuno editores. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=OZ23K6h4cpwC&pg=PA519&dq=que+es+la+pobreza&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjs7vWdw8LIAhUPWK0KHRylBcUQ6AEIRTAE#v=onepage&q=que%20es%20la%20pobreza&f=false>
- Caballero D. (2010). La verdadera cosecha maderable en México. *Revista Mexicana de Ciencia Forestal* Vol. 1 (1): 5 – 16.
- CONAFOR. (2008). Transferencia de tecnología y divulgación sobre técnicas para el desarrollo humano y forestal sustentable. Gobierno federal. SEMARNAT. Recuperado de <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Construccion-sustentable-manual-Estufa-Ahorradora-de-Lena.pdf>
- De Castro, Daniel & Said, Jacob. (2018). Estufas ecológicas empoderan a mujeres indígenas. Fondo para el logro de los ODM. Cooperación española. Recuperado de <http://mdgfund.org/es/story/estufas-ecol-gicas-empoderan-mujeres-ind-geenas>.
- Franco, Abelardo. (2012). Estufas ecológicas ahorradoras de leña. *Revistas académicas UTP. Universidad Tecnológica de Panamá. Volumen 22. No. 1.* Recuperado de <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/el-tecnologico/article/view/245/html>
- Ghilardi, A.; Guerrero G. y Masera O. (2007). Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass & Energy* 31: 475 – 491.
- Masera, O.; Díaz R.; Berrueta V. (2005). Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de tecnología. *Energy Sustainable Dev: IX(1): 25–36.*
- OMS. (2014). 7 millones de muertes al año debido a la contaminación atmosférica. Ginebra. Centro de prensa. Recuperado de <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>
- OMS y PAHO. (2007). Energía doméstica y salud, combustibles para una vida mejor. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43705/9789243563169_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SEMARNAT. (2016). Estufas ecológicas ahorradoras con chimenea, beneficio ambiental y de salud para la población. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/estufas-ecologicas-ahorradoras-con-chimenea-beneficio-ambiental-y-de-salud-para-la-poblacion>
- SEDES0. (2017). La SEDES0 entrega 3 mil estufas ecológicas en 144 comunidades rurales. Recuperado de <https://www.qroo.gob.mx/sedes0/la-sedes0-entregara-3-mil-estufas-ecologicas-en-144-comunidades-rurales>
- Samayoa, A. J. E. G., & Esau, J. (2009). Informe Final del Estudio de Sistematización de Estufas Ahorradoras de Leña en Ocho Municipios del Altiplano Occidental de Guatemala. *San Miguel Ixtahuacán, octubre del.*
- Ramírez Rodas, L. D. R. (2014). Construcción, implementación y evaluación de una estufa ahorradora de leña.

DESEMPEÑO FINANCIERO DE EMPRESAS QUE COTIZAN EN LA BOLSA MEXICANA DE VALORES

Raúl Mejía Ramírez¹, José Antonio Echenique García²
Eduardo Villegas Hernández³

RESUMEN DE TESIS

Recibido: 07/11/2019 Publicado: 12/06/2020

Resumen.- El objetivo de esta tesis es determinar el modelo que predice con mayor precisión el desempeño financiero de las empresas del sector de productos de consumo frecuente que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, con la finalidad de obtener una mejor comprensión del comportamiento financiero de dichas empresas y poder identificar variables que hacen que dichas empresas tengan un desempeño financiero bajo, medio o alto. Para ello, se recopilaron los estados financieros que van del año 2002 al año 2017, con periodicidad trimestral. La metodología empleada se basa en la contrastación empírica de la técnica de análisis de datos de panel y la técnica de Redes Neuronales Artificiales. Los resultados muestran que el modelo que predice con mayor precisión el desempeño financiero de las empresas en estudio, es el basado en la técnica de Redes Neuronales Artificiales, comparado con la técnica de análisis de datos de panel.

Introducción

En México, la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) forma parte importante del sistema financiero mexicano, el cual tiene dentro de su estructura instituciones de carácter regulador así como organismos descentralizados y desconcentrados. La BMV se conforma por empresas clasificadas en 10 sectores: energía, materiales, Industrial, servicios y bienes de consumo no básico, productos de consumo frecuente, salud, servicios financieros, tecnología de la información, servicios de telecomunicaciones y servicios públicos. Dichas empresas se caracterizan por ser económicamente estables, generan gran número de empleos, poseen gran capacidad de expansión y crecimiento, y la información financiera de éstas está disponible.

Por tal motivo, resulta trascendente, medir el desempeño financiero de las empresas ya que este impacta de manera directa en otras variables de la economía nacional, puesto que el fracaso o éxito empresarial implica el deterioro o mejoramiento de una sociedad en general, pues impacta en el crecimiento del PIB, en su fuerza laboral, en la inversión y la distribución del ingreso. Adicionalmente, se generan de manera prácticamente automática pérdidas o ganancias al sector industrial al que ésta pertenezca, lo cual desencadena en la escasez o no de los bienes o productos que las empresas ponen a disposición de los mercados. Asimismo, el entorno actual de incertidumbre económica obliga a las empresas a estudiar y controlar de forma constante su riesgo de crédito y liquidez. De allí que los investigadores, analistas financieros, entre otros agentes económicos y sociales, estén interesados en identificar las variables que determinen una posible situación de fracaso empresarial, dando prioridad a la detección y prevención de estas situaciones.

La presente tesis doctoral tiene como objetivo principal determinar el modelo que predice con mayor precisión el desempeño financiero de las empresas del sector de productos de consumo frecuente que cotiza en la BMV, con la finalidad de identificar las variables que hacen que dichas empresas tengan un desempeño financiero bajo, medio o alto, y de esta forma puedan trabajar en ellas para incrementar su valor agregado y mejorar su desempeño financiero.

Para lograr el objetivo planteado, se han utilizado 37 variables explicativas, calculadas para las empresas del sector de productos de consumo frecuente que cotizan en la BMV. Las empresas contempladas en esta investigación son: AC, BACHOCO, BAFAR, BIMBO, CHDRAUI, CULTIBA, FEMSA, GIGANTE, GRUMA, HERDEZ, KIMBER, KOF, LALA, MINSA, SORIANA, WALMEX.

Debido a que se considera un horizonte temporal que va del año 2002 al año 2017, con periodicidad trimestral, para cada una de las empresas en estudio, se tiene una estructura de datos panel o datos longitudinales. Por lo anterior, se propone realizar dicho estudio con base en la contrastación empírica de la técnica de análisis de datos panel y la técnica de Redes Neuronales Artificiales (RNA).

¹Raúl Mejía Ramírez. Instituto Tecnológico Superior de la Costa Chica. raul_mejia81@hotmail.com (**Autor correspondiente**).

²José Antonio Echenique García. Universidad Nacional Autónoma de México. jaechenique@prodigy.net.mx

³Eduardo Villegas Hernández. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. evillegash@hotmail.com

Material y Métodos

El proceso metodológico de esta investigación es el siguiente:

1. Conformación de la base de datos con la información de la situación financiera, compuesta por las 16 empresas mexicanas que conforman el sector de productos de consumo frecuente que cotizan en la BMV.
2. Obtención de las razones financieras necesarias que midan el desempeño financiero en base a su clasificación de liquidez, actividad, apalancamiento, de rentabilidad y de mercado, en el periodo comprendido del año 2002 hasta el año 2017, con periodicidad trimestral.
3. Determinación de las variables que hacen que las empresas del sector de productos de consumo frecuente coticen de forma en la BMV tengan un bajo, medio o alto desempeño financiero.
4. Establecimiento de criterios de entradas y salidas para la construcción de modelos.

Para la aplicación de los modelos basados en datos de panel se utiliza el software STATA 12.0 y para la aplicación de los modelos basados en las RNA, así como para realizar el procedimiento de la red neuronal diseñada se utilizan los paquetes computacionales SPSS 23.0.

Resultados y discusión

Primeramente, al aplicar un Análisis de Componentes Principales (ACP), se encuentra que son 9 componentes (factores) que están en función de las variables originales y que explican el 94.22% de la varianza total. Dichos componentes son: Inversión, RION, Endeudamiento, Rotación del Activo, Costo de Oportunidad, Eficiencia, Liquidez, Crecimiento y Tasa de Provisiones.

Una vez determinados los factores se procede a obtener el modelo de efectos fijos, el cual manifiesta que la mayoría de las variables son significativas al 1% a excepción de la variable “F_Crecimiento”.

Posteriormente, se procede a obtener el modelo de efectos aleatorio, el cual manifiesta que los factores INVERSIÓN, RION, Endeudamiento, Costo de Oportunidad, Eficiencia, Liquidez y Tasa de Provisiones muestran un resultado consistente con el desempeño financiero de las empresas en estudio debido a que manifiestan una relación positiva y que el factor “Rotación del Activo” muestra un resultado negativo, lo cual indica que a medida que el porcentaje de la rotación del activo de la empresa aumenta un 1%, el nivel de desempeño financiero caería en un 0.4027%.

Por último, se procede a la obtención de un modelo de RNA Perceptrón Multicapa. Dicho modelo, presenta un promedio de clasificación del 97.1%. Demostrando con ello una mayor confiabilidad en comparación con el modelo basado en datos de panel y manifiesta que de los nueve factores, los relacionados con Liquidez, RION y Eficiencia tienen el efecto mayor sobre la discriminación entre empresas con bajo, medio y alto desempeño financiero.

Conclusiones

La hipótesis principal queda comprobada al descubrir que el modelo que predice con mayor precisión el desempeño financiero de las empresas del sector de productos de consumo frecuente que cotizan en la BMV, es el modelo de RNA Perceptrón Multicapa, el cual presenta un promedio de clasificación del 97.1%. Demostrando con ello una mayor confiabilidad en comparación con el modelo basado en datos de panel.

Las razones financieras que hacen que las empresas del sector de productos de consumo frecuente que cotiza en la BMV, son las referentes a la Liquidez, RION, Eficiencia, Rotación del activo, Tasa de Provisiones, Endeudamiento, Inversión, Crecimiento y Costo de oportunidad, las cuales se muestran como factores y son la aportación de esta investigación.

Periodo: enero 2015 – junio 2019

Año: 2019

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México.

Lugar de realización: Ciudad de México.



Contenido

1. El uso de servicios de asistencia digitales al contribuyente y la actualización electrónica facilita su cumplimiento fiscal en los empresarios de la región Occidente (Zapopan, Jalisco) de la Administración Tributaria. Dra. Ana María López Carmona, Universidad Autónoma de Sinaloa. 03
2. Desarrollo y análisis térmico de la aplicación de techumbre verde a nivel laboratorio. Dr. Julio César Cruz Argüello, Ing. Fatyma Teh Dzul, Ing. German Rodríguez May, Dra. Danna Lizeth Trejo Arroyo, Instituto Tecnológico de Chetumal. 20
3. Percepción de los estudiantes hacia los profesores de muchos años de servicios en la docencia. Estudio de caso: Carrera Contador Público. Karen Grisel Rodríguez Borge, Dr. Robert Beltrán López, Dr. Eustacio Díaz Rodríguez, MAN Mario Arturo Selem Salinas. Instituto Tecnológico de Chetumal. 29
4. Las Normas Internacionales de Auditoría y su aplicación en México. Dra. Sandra Berenice Cabrera Reynoso, Mtra. Patricia Gutiérrez Moreno, Dr. Alfonso Dávalos Abad, Universidad de Guadalajara. 43
5. La dignidad humana como fundamento de los derechos humanos y los principios "Pro persona" e interpretación conforme contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Mtro. Luis Alfonso Martínez Aparicio, Mtra. María Guadalupe Lara Vera, Instituto Tecnológico de Chetumal. 49
6. Leyes 1943, 1973, 1997 del Seguro Social: En sus pensiones contempladas. Dr. Leopoldo Mendoza Villanueva, Mtra. Ofelia Santos Torres, Mtro. Jorge Alberto Ramírez Graciano, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 54
7. Diseño del modelo de adopción de comercio electrónico en microempresas de Chetumal, Quintana Roo. Mtro. Julio Alejandro Carrillo Alemán, Mtra. Martha Noemi Velazco Téh, Mtra. Domitila Poot Naal, Instituto Tecnológico de Chetumal. 61
8. Reconocimiento de la arquitectura regional de Quintana Roo: Tipología formal de la vivienda rural en la zona centro. Mtra. Clara Sugeydy Torres Uicab, Dra. Eugenia María Azevedo Salomao, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 71
9. Violación de derechos humanos del contribuyente en el delito de defraudación fiscal de conformidad con la Reforma Constitucional. Mtro. Luis Alfonso Martínez Aparicio. 82

*El arbitraje de los artículos es realizado por investigadores pares adscritos a las siguientes Instituciones:
 Instituto Tecnológico de Chetumal, Universidad de Quintana Roo, Universidad Politécnica de Bacalar,
 Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad de Piura (Perú), Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo.*



Contenido

1. **Afectación biopsicosocial en la salud de los adultos mayores en México.** María del Carmen Flores Ramírez, José Luis Leal Espinoza, Mariana Andrea Galindo Ramos, Gabriela Rangel Lira. 05
2. **Interpretaciones semánticas en gráficas de movimiento rectilíneo en jóvenes de bachillerato.** Lorena Puc Ortiz, José Guzmán Hernández. 13
3. **Gobierno electrónico, accesibilidad y uso de la plataforma ciudadano digital en Sinaloa.** Patricia Carmina Inzunza Mejía, Ana María López Carmona. 27
4. **Diagnóstico de satisfacción en pymes gastronómicas en Benito Juárez, Quintana Roo.** Cid Alejandro Silva Castro, Paola Álvarez Pous, María del Socorro Castillo Castillo. 47
5. **Hábitos de estudio de los alumnos de las carreras económico administrativas.** José Manuel Meneses Domingo, Eustacio Díaz Rodríguez, Robert Beltrán López, Karen Esmeralda Contreras Hau. 57
6. **La tutoría en el Centro Regional de Educación Normal.** Ana Ellamin Pamplona Ramírez, Ana Mariel Azueta Xix, José Rigoberto Castro Álvarez, Gaspar Farith González Buenfil. 61
7. **Aplicación web de registro, seguimiento y verificación de la acción tutorial.** Martín Antonio Santos Romero, Norma Torres Balam. 69
8. **Proyecto de tutoría híbrida para la certificación del idioma inglés.** Amaranta Ramos Sánchez. 83
9. **Los manglares y su importancia para las pesquerías en Quintana Roo.** Chloe Brynie Ulanie Rosas, Dariel Andrei Correa, Carmen Amelia Villegas Sánchez, Alicia Carrillo Bastos. 89
10. **Factores que afectan el crecimiento de las Mipymes en Chetumal, Quintana Roo.** Dayana Yadira Dzib Aquino, Zaciluh Poot Angulo, Mario Arturo Selem Salinas, Corina Santana Duarte. 97

El contenido es original, importante y claro, a su vez es pertinente para el área de interés de la revista.

Los artículos pasan por un arbitraje doble ciego.



Contenido

1. **Inteligencia competitiva de empresas de servicios turísticos en Chetumal, Quintana Roo.** Mauricio Ambrosio Castro Bastarrachea. Finy Enith Aguilar Rivero. 01
2. **Mares: Avances y perspectivas del pargo *Lutjanus griseus* y pulpo *Octopus insularis*.** Rigoberto Rosas Luis. Claudia González Salvatierra. Carmen Amelia Villegas-Sánchez. José Héctor Lara Arenas. 13
3. **Claves de éxito en las microempresas: Estudio realizado colonia Solidaridad, Chetumal, México.** Naiby Iran Pech Che, Lizbeth Daniela Pinto Cau, Robert Beltrán López, Eustacio Díaz Rodríguez. 21
4. **Interdiscipliniedad en el sistema de enseñanza modular por objetos de transformación.** Patricia Carmina Inzunza-Mejía. 35
5. **Administración de servicios municipales: ¿Concesión o contrato? Caso Parquímetros de Guadalajara.** Adrián Salvador Rivera Lima. Lizette Rivera Lima. 53
6. **El vacío de las competencias interculturales en la educación superior mexicana.** Sabrina Nigra. 63
7. **Intención de emprendimiento en estudiantes del ITChetumal, conforme a sus competencias adquiridas.** Jesús Efraín Pat Chi. Aremy del Pilar Basto Cabrera. 75
8. **Anomalía climática medieval y la pequeña edad de hielo en Quintana Roo.** Alicia Carrillo-Bastos. Gerald Islebe. Chloe Brynie Ulanie Rosas. Carmen Amelia Villegas-Sánchez. 95
9. **Diagnóstico de responsabilidad social empresarial en hoteles de Quintana Roo.** Rogelio Yáñez Espadas. María del Socorro Terrazas Cervera. Cecilia Loria Tzab. Luz María González Barragán. 107
10. **Impuesto sobre nóminas: Efectos recaudatorios de los cambios legislativos, periodo 2013-2017.** Lizette Rivera Lima. Corina Santana Duarte. Alejandro Lizárraga Valconce. 115
11. **Caracterización de la sobrevivencia de la microempresa en Quintana Roo, México.** Juana Edith Navarrete Marneou. Edgar Alfonso Sansores Guerrero. 127

El contenido de los artículos es estrictamente original, de carácter inédito, es importante y claro, a su vez, es pertinente para el área de interés de Ava Cient. Los artículos pasan por un arbitraje doble ciego.

Ava Cient

Instituto Tecnológico de Chetumal

Formación Integral, Científica, Tecnológica y Humanista

2019

Año 4 Núm. 2 Vol. VII

JULIO-DICIEMBRE

ISSN: 2594-018X

Órgano Informativo de Difusión Científica, Tecnológica, Académica e Innovación

latindex



LivRe
Revistas de Libre acceso



BASE
Bibliographic Academic Search Engine

Actualidad Iberoamericana

MIAR
Matriz de Información para el Análisis de Revistas

PERIÓDICA

DRJI
Directory of Research Journals Indexing

Revista Impresa



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Tabla de contenido

1. Las TAC como herramienta de análisis para mejorar la estructuración de oraciones. Sergio Ricardo Zagal Barrera. Yonathan Román Salgado. Jorge Eduardo Ortega López. Silvia Valle Bahena.	07
2. Cursos de nivelación matemática dado los resultados del EXANI-II. Fidel Morales Couoh. Arturo A. Alvarado Segura.	17
3. Análisis del estado superficial de pavimentos utilizando sistemas información geográfica. Felipe Ángeles Puc Hernández.	25
4. La educación ambiental en el sexto semestre del CREN Bacalar. José Antonio Prisco Pastrana. Ana Mariel Azueta Xix. Diego Joshafat Uc Sosa.	39
5. Implantación de programa piloto de alto rendimiento en ingeniería. Anna Elizabeth Collí Coral. Rosa María Conde Medina.	45
6. Formación estadística de estudiantes de ingeniería. Arturo A. Alvarado Segura. Fidel Morales Couoh. Karen Itzel De la Cruz De la Cruz.	51
7. Modelos matemáticos ingeniería civil. Francisco José Arroyo Rodríguez. Mauricio Arroyo Terrazas.	57
8. ¿Puede basarse el desarrollo regional en turismo?: Cancún como caso de estudio. Flor Ay Robertos. Miguel Ángel Barrera Rojas. Ricardo Torres Lara.	67
9. El turista de la Península de Yucatán. Características y grado de satisfacción. María Josefina Aguilar Leo. María Guadalupe de los Ángeles Noverola Muñoz. Finy Enith Aguilar Rivero. Cristal Magali Rivero Sabido.	77
10. Evaluación de las condiciones laborales de egresados de maestrías de calidad. Erika Yadira Macías Mozqueda. Rogelio Rivera Fernández.	99
11. Percepción de la vejez en estudiantes de licenciatura, estudio de redes semánticas. María Eugenia López Caamal. María del Carmen Flores Ramírez. María Guadalupe Jaimez Rodríguez.	117
12. Implementación del aprendizaje basado en proyectos en nivel superior. Eliezer del Jesús Casado Ramírez. Guillermina Velazco Viveros. José Luis Guillen Taje.	127
13. Sistema electrónico de medición del consumo de energía eléctrica doméstica mediante APP. Sergio Díaz Contreras. Dulce María León de la O. José Carmen Morales Sala. Teresa de Jesús Javier Baeza.	135
14. Marketing directo en las Pymes gastronómicas en Benito Juárez, Quintana Roo. Cid Alejandro Silva Castro. Paola Álvarez Pous. María del Socorro Castillo Castillo.	141



Tabla de contenido

1. Panel de cemento adicionado con fibras de polipropileno y resina de poliéster. Edgard David Saavedra López. José Antonio Domínguez Lepe. Julio César Cruz Argüello. Danna Lizeth Trejo Arroyo.	01
2. Calidad de aire interior en ambientes cerrados, caso de estudio: Instituto Tecnológico de Chetumal. Iván Alexander Wong González. Gabriela Rosas Correa. Ricardo E. Vega Azamar. Laura Isabel Guarneros Urbina.	11
3. Costo-beneficio de la seguridad laboral durante la construcción de vivienda masiva. Diana Salvador López. Patsi Yam Canul. Luis Felipe Jiménez Torrez. Maritza Chan Juárez.	21
4. Obtención de CaCO₃ con <i>Bacillus subtilis</i> para la fabricación de concreto autorreparable. Juan Andrés Cuadros Portales. Gerardo de J. Sosa Santillán. Felipe Ávalos Belmontes. Elia Martha Múzquiz Ramos.	29
5. Acciones urbanas para la mitigación de riesgos por fenómenos meteorológicos en Chetumal. Rafael Rosas Monroy, Gabriela Rosas Correa. Herlinda del Socorro Silva Poot.	39
6. Sulfatos en agua subterránea de la zona baja en Chetumal, Quintana Roo. Teodoro Beutelspacher García.	51
7. Diseño de muros y fachadas prefabricadas con residuos construcción y demolición. Arturo Galván Higuera.	61
8. Suceptibilidad a la corrosión localizada del acero inoxidable austenítico AISI 321 soldado. Rafael García Hernández. Paulina López Eligio. Víctor Hugo López Morelos.	75
9. Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Dianely Yazuri Chulim Tec. Alberto Yeladaqui Tello. Danna Lizeth Trejo Arroyo.	87
10. Dialéctica entre la vivienda rural y el medio ambiente. Q. Roo, México. Clara Sugeydi Torres Uicab.	95
11. Mortero arquitectónico a base de resina del árbol de Chukum. Ariadne Guadalupe Ordóñez Melken. Claudia Beatriz Rodríguez Poot. Jesús Armando Gómez Pinzón. Nínive Margely Navarrete Canto.	107
12. Caracterización de agregados calizos para la elaboración de concreto en Valladolid, Yucatán. Lucila Guadalupe Aguilar Rivero. Diana Aracelly Loria Arjona. Suyen Gandhi Kauil Uc.	115
13. Caracterización físico-química y mecánica del material calizo utilizado en el Sureste Mexicano. Karen Estefany Acosta Guzmán. Danna L. Trejo-Arroyo. Julio César Cruz Argüello. Alberto Yeladaqui Tello.	125
14. Microestructura y propiedades mecánicas de una junta soldada de placas bicapa API X60/316L. Blanca Anilú Pichardo Álvarez. Víctor Hugo López Morelos. Rafael García Hernández. Melchor Salazar Martínez.	135
15. Fabricación y caracterización de compuestos de policaprolactona-biovidrio. Ana Beatriz Martínez Valencia. Luis Ernesto Ceja Martínez. Gerorgina Carbajal De la Torre. Marco A. Espinosa Medina.	147
16. Gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación. Jonathan De Dios Frías. José Antonio Domínguez Lepe. Luis Felipe Jiménez Torrez. Maritza Chan Juárez.	155
17. Comportamiento aerodinámico de la Casa-Maya mediante la dinámica de fluidos computacional. Víctor Antonio Chulim Tec. Cleotilde Herrarte. Dianelly Yazuri Chulim Tec.	167
18. Sistema EIFS en muros de block y morteros elaborados con PET pulverizado. Elves Cabrera Contreras. Claudia Beatriz Rodríguez Poot. Jesús Armando Gómez Pinzón. José Ramón Ortiz Gómez.	181
19. Diagnóstico del déficit de infraestructura urbana y viabilidad económica para resarcir la demanda en Bacalar. Angel Gabriel Puc Aguilar, Ninive Margely Navarrete Canto. Ricardo Enrique Vega Azamar. Roberto Mena Rivero.	189

Guía para autores

AvaCient

Revista

La Revista Avacient editada por el Tecnológico Nacional de México, tiene por interés, proporcionar a los investigadores, docentes, alumnos y público interesado, un medio para publicar los resultados de investigaciones científicas, tecnológicas y documentales, afines a la arquitectura, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería en química y biología, ingeniería en sistemas computacionales e informáticas, ingeniería en ciencias de la tierra, a las ciencias económico-administrativas, docencia y a las ciencias naturales.

Periodicidad de publicación **Semestral**, Ene-Jun (1) y Jul-Dic (2).

El contenido deberá ser estrictamente original e inédito.

Todos los artículos se reciben con un reporte de similitud realizado por autor (coautores); el no contar con ello, queda bajo estricta responsabilidad de estos vigilar y monitor el plagio, liberando de toda controversia, acción a la Revista AvaCient.

El proceso de evaluación en su primera etapa lo realiza el Consejo Editorial (CE) quien seleccionará los manuscritos que cumplan con los criterios metodológicos y de contenido temático de la revista, si el material recibido cumple con la guía, será sometido al arbitraje por parte de dos pares lectores conocedores en el área temática respectiva. A su informe, el CE enviará el dictamen a través del correo electrónico. Podrá tener tres probables resultados: 1) Aceptado, 2) Condicionado con adecuaciones, y 3) Rechazado; cuando este se conceptúa como Condicionado con adecuaciones, se le informa al autor(es), quien(es) decide(n) si se compromete hacer los cambios dentro de los cinco días posteriores a su recepción y enviarlo nuevamente al CE.

El proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato, utilizando el sistema doble ciego. Los autores de los manuscritos aceptados se comprometen a ceder sus derechos al Tecnológico Nacional de México / I.T. de Chetumal.

Los autores de los artículos publicados tienen derecho a recibir un ejemplar impreso del número de edición correspondiente y la versión digital de la revista.

Se aceptan autorías múltiples, las cuales deben ser indicadas como máximo cuatro coautores.

Temática:

Avacient incluye temáticas multidisciplinarias, relacionadas con la ingeniería: bioquímica, civil, eléctrica, sistemas computacionales, tecnologías de la

información y comunicaciones, docencia, así como los temas relacionados con la arquitectura, las ciencias económico administrativas y biología.

Tipos de manuscritos a considerar su publicación:

Artículo de investigación científica y/o tecnológica. Es un documento en donde su objetivo principal es dar a conocer de manera evidente y concreta los resultados originales de una investigación efectuada sobre un tema específico. Es la culminación de la presentación de un documento elaborado con un pensamiento crítico y analítico, considerando una extensión hasta de 20 cuartillas.

Artículo de investigación documental. La investigación documental es un proceso científico, sistemático y de búsqueda, recopilación, organización, análisis y comprensión de información en torno a un tema específico. Como toda investigación debe de estar orientada a la generación del conocimiento, que implica la descripción y cuantificación de un problema específico, con una extensión máxima de 20 cuartillas.

Artículo de divulgación. El objetivo primordial de este tipo de documento es hacer llegar información fidedigna sobre cualquier tema en general para el público en general. Esta temática deberá dirigir sus esfuerzos en adaptar el lenguaje especializado a la comunicación coloquial, máximo 10 cuartillas.

Resumen de tesis. Este documento deberá contener título de trabajo o proyecto, el lugar donde se realizó, el nombre del autor, periodo y el año en que se realizó, así como la institución en donde se desarrolló. Máximo dos cuartillas, con una antigüedad de hasta dos años a la fecha de sometimiento.

Elementos de identificación del manuscrito:

Todas las publicaciones deberán contener los siguientes elementos de identificación, las cuales son:

- Título del artículo idioma español e inglés
- Nombre completo del(los) autor(es)
- Filiación del(los) autor(es)
- Dirección electrónica del(los) autor(es)

Elementos del manuscrito	Artículo de investigación científica y/o tecnológica	Artículo de investigación documental	Artículo de divulgación	Resumen de Tesis
Resumen	✓	✓	✓	✓
Palabras claves	✓	✓	✓	No aplica
Abstract	✓	✓	✓	No aplica
Key words	✓	✓	✓	No aplica
Introducción	✓	✓	✓	Extracto
Material y métodos	✓	✓	No aplica	Extracto
Resultados y discusión	✓	✓	No aplica	Extracto
Conclusiones	✓	✓	✓	Extracto
Referencias bibliográficas	✓	✓	✓	No aplica
Cuartillas máximas	20	20	10	2

Los artículos se publican en idioma español o en inglés, todos los manuscritos propuestos deberán estar escritos a espacio sencillo, utilizando la tipografía *Times New Roman*, tamaño de letra 10 en todo el cuerpo y el título a 12, en formato Microsoft Word.

Los márgenes en los cuatro costados serán de 2.5 cm. Cada párrafo deberá estar justificado, no utilizar sangría al inicio del párrafo y colocar una interlínea después de cada párrafo.

Las imágenes deben de estar por separado, no incorporadas dentro de los párrafos.

Título, debe ser breve e informativo, la longitud no debe superar 12 palabras. Deberá ser en idioma español e inglés, a tamaño 12.

Resumen, ser un solo párrafo que no exceda de 150 palabras. Debe describir los aspectos más importantes de la investigación y las conclusiones más relevantes. El artículo en idioma inglés es necesario hacer resumen en español.

Hasta cuatro palabras clave, debajo del resumen.

Abstract, es el resumen traducido al idioma inglés. Las palabras clave deberán ser traducidas y colocar una sección *Keywords*.

Introducción, debe ser breve y sin subtítulos, debe indicarse claramente la importancia del tema, la justificación de la investigación, la hipótesis y los objetivos planteados.

Materiales y métodos, proporcionar detalles suficientes para que el trabajo se pueda repetir. Necesario aportar la información suficiente de cada variable, proporcionar el análisis estadístico en su caso.

Resultados, describe la solución a la problemática planteada. Utilizar figuras y tablas como complemento.

Discusión, el propósito es relacionar sus hallazgos con los resultados anteriores, identificando cómo y por qué hay diferencias y donde no hay acuerdo. Las controversias también deberían presentarse de forma clara y justa.

Conclusiones, indicar de forma categórica, breve y precisa las aportaciones concretas al conocimiento, apoyadas por los resultados demostrables y comprobables de la propia investigación. Ninguna conclusión debe argumentarse ni basarse en suposiciones. No numerar las conclusiones ni emplear abreviaturas sino términos completos, de manera que el lector no tenga que recurrir a otras partes del texto para entenderlas.

Agradecimientos (opcional), se incluirán cuando se desee reconocer a instituciones o personas, que financiaron, asesoraron o auxiliaron la investigación.

Referencias citadas, debido a que Avacient es multidisciplinaria, las citas bibliográficas podrán utilizar diferentes formatos tales como el estilo APA, IEEE, Harvard, Chicago, entre otras.

La lista de referencias debe agregar la información completa sobre la fuente respectiva, incluyendo el DOI (Digital Object Identifier) y debe insertar al final del artículo, antes de cualquier apéndice. Algunas referencias tienen DOI, otras no y otras un enlace web (Links).

Los autores deben asegurarse que haya una correspondencia estricta entre los nombres y años reconocidos en el texto y aquellos listados en la bibliografía. Las referencias deben incluirse en orden alfabético de acuerdo con el apellido del autor (o el nombre de cualquier organización si se trata de alguna fuente que no identifica a algún autor).

Forma de envío:

Nombre del archivo: en mayúsculas, apellido del primer autor – palabra clave.

Ejemplo: PEREZ-INVESTIGACIÓN

También con un archivo aparte se anexa con su firma la carta de ÉTICA DE PUBLICACIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS.

Enviar al email:

avacient@itchetumal.edu.mx

Es importante señalar, como postula su manuscrito:

*ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA/TECNOLÓGICA,*

o

*ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN
DOCUMENTAL,*

o

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN,

o

RESUMEN DE TESIS

AvaCient

Se terminó de imprimir el 12 de junio de 2020,
por el Departamento de Comunicación y Difusión
del Instituto Tecnológico de Chetumal,
Tecnológico Nacional de México.

Tiraje impreso de 250 ejemplares.

Disponible en Internet:

<http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>

Ciudad Chetumal, Quintana Roo, México, 2020.

Disponible en:
<http://itchetumal.edu.mx/avacient/index.php/revista/index>



latindex

Fuente Académica Plus
EBSCOhost

Actualidad Iberoamericana

PERIÓDICA
Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

ERIH PLUS
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

LatinREV
Red Latinoamericana de Revistas en Ciencias Sociales

ROOTINDEXING

LivRe
Revistas de Libre acceso

Academic Resource Index
ResearchBib

liblat
Biblioteca Latinoamericana de Investigación en Red y Cultura

BASE
Full Text Academic Search Engine

MIAR
Matriz de Información para el Análisis de Revistas

INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL

CiteFactor
Academic Scientific Journals

DRJI
Directory of Research Journals Indexing

Scientific Indexing Services

PKP INDEX

ESJI
Eurasian Scientific Journal Index
www.ESJIndex.org

email: avacient@itchetumal.edu.mx
Av. Insurgentes No. 330 esquina Andrés Quintana Roo, Col. David Gustavo Gutiérrez Ruiz, Apdo. postal 267,
C.P. 7013, Chetumal Quintana Roo. Tel. (01-983) 2-23-30 y 2-10-19
www.itchetumal.edu.mx
#OrgulloTecNM