

ISSN: 2395 - 8847

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

VOLUMEN 13 NÚMERO 2

JULIO - DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

PREMIO ALEJANDRINA 2020

Ciencias Sociales y Humanidades,
Ciencias Naturales y Exactas





PRESENTACIÓN

La convocatoria del premio Alejandrina 2020 se dirigió a investigadores de Ciencias Sociales y Humanísticas, así como a investigadores de Ciencias Naturales y Exactas, quienes presentaron los resultados de sus trabajos de investigación. En el presente número de la revista DIGITAL CIENCIA@UAQRO se presentan algunos de los trabajos premiados, cuyo resultado se publicó en el mes de mayo, aunque la ceremonia de premiación se aplazó debido a la pandemia actual, para prevenir contagios del virus SARS COV 2.

Los investigadores ganadores del segundo lugar en la categoría de Ciencias Naturales y Exactas fueron la Dra. Marcela Gaytán Martínez y su grupo, de la Facultad de Química de la UAQ. Su trabajo se titula “Desarrollo de un confite funcional elaborado a partir de bagazo de mango (*Mangifera indica* L.) como estrategia alimenticia contra la obesidad y el sobrepeso infantil”, el cual comprende el desarrollo de un producto apetecible para la población infantil, que presenta características nutrimentales y funcionales con potencial para reducir la obesidad y sobrepeso de dicha población. Cabe hacer incapié en que para la elaboración de este confite se usó un subproducto de la industria frutícola mexicana, el bagazo de mango, el cual es rico en compuestos bioactivos, tales como compuestos fenólicos y fibra dietaria, lo cual mejora la actividad gastrointestinal y la microbiota intestinal. En esta investigación, se estudió la presencia, la biodisponibilidad y funcionalidad de estos compuestos, así como un estudio metabolómico. El producto obtenido fue evaluado sensorialmente en la población infantil para asegurar el nivel de agrado del mismo, el cual fue similar al de un producto comercial ampliamente consumido por los niños.

Los investigadores ganadores del tercer lugar en la categoría de Ciencias Naturales y Exactas fueron el Dr. Mauricio Días Muñoz y su grupo, del Departamento de Neurobiología Celular y Molecular del Instituto de Neurobiología de la UNAM, campus Juriquilla. Su trabajo se titula “Marcadores patogénicos asociados a un proceso de neurodegeneración cerebelar en un modelo experimental de encefalopatía hepática en ratas”, el cual investiga la relación entre la encefalopatía y el funcionamiento hepático. Cuando existe insuficiencia hepática se generan alteraciones metabólicas,

como el incremento de amonio en la circulación, que afecta la actividad neuronal. En este proyecto se practicó una derivación de la vena porta a la vena cava y los resultados de este procedimiento fue una degeneración vacuolar esponjiforme en la capa molecular del cerebelo y los trastornos metabólicos incluye hiperamonemia, entre otros; además, las pruebas motoras mostraron un decremento en el equilibrio. La investigación permite mostrar que la insuficiencia hepática podría tener implicaciones relevantes en la fisiopatología cerebelar.

Los investigadores ganadores del primer lugar en la categoría de Ciencias Sociales y Humanidades fueron el Dr. Ewald Hekking y el M.C. Roberto Aurelio Núñez López, de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ, campus Amealco y de la Facultad de Filosofía de la UAQ, campus Centro Histórico, respectivamente. Su trabajo se titula “Fitotoponimia hñahñu: huella lingüística de la historia de los otomíes”, en el cual se señala la importancia de las plantas para las comunidades indígenas, las cuales eran usadas a menudo como referentes para denominar el espacio geográfico que habitan, constituyendo elementos distintivos en los topónimos de sus localidades. A este campo de la onomástica se le conoce como “Fitotoponimia”. En este trabajo se hace un análisis de algunos fitotopónimos de Querétaro, Estado de México e Hidalgo y se determina si su origen es hñahñu o náhuatl. Este análisis permite reconstruir el contacto lingüístico que tuvieron los hñahñus con los aztecas o mexicas y posteriormente con los conquistadores españoles. De esta manera, las plantas pueden contarnos la historia.

La investigadora ganadora del segundo lugar en la categoría de Ciencias Sociales y Humanidades fue la Mtra. Cathia Huerta Arellano, de la Facultad de Psicología de la UAQ. Su trabajo se titula “Estudio de caso: Medicina tradicional en la atención a los efectos de la violencia de género en mujeres y niñas hñahñu”, el cual trata sobre las terapeutas comunitarias, quienes atienden, especialmente, a mujeres. Se ha pensado que la medicina tradicional atiende principalmente a las mujeres en acontecimientos relacionados con la reproducción; sin embargo, esta concepción se ha modificado debido a la frecuencia de atención de eventos relacionados con la violencia. La atención de los efectos de la violencia incluye la atención del estado físico, emocional y espiritual. El trabajo, también comparte la experiencia para intentar incidir políticamente en la creación de un sistema de atención, culturalmente pertinente, para la atención de mujeres hñahñus.

Los investigadores ganadores del tercer lugar en la categoría de Ciencias Sociales y Humanidades fueron la Mtra. Carla Patricia Quintanar Ballesteros y su grupo, de la Dirección Académica del Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro. Su trabajo se titula “Actores sociales en la valoración de la permanencia escolar en educación media superior”, en el cual se estudian las causas de la permanencia y el término de estudios del estudiantado de la educación media superior en el Estado de Querétaro. El estudio se realizó tomando una muestra poblacional de 17,179 participantes de seis de los subsistemas públicos más importantes de educación media superior. Para obtener la opinión de estudiantes, directivos de planteles y docentes, se usaron cinco instrumentos cualitativos y cuantitativos. Esta investigación muestra el efecto que tiene la intervención de la familia, la construcción de amistades, la docencia significativa, la mediación directiva y la aspiración por ingresar a la educación superior en la permanencia del estudiante en la educación media superior y en el término de sus estudios.

La Dirección de Investigación y Posgrado ofrece a Ustedes esta muestra de las investigaciones realizadas en el Estado de Querétaro, premiadas gracias al apoyo que otorgó el Dr. Mondragón, gobernador del Estado (1949-1955), quien creó un fondo para impulsar a la investigación, con el nombre de su esposa, la señora Alejandrina Gaitán de Mondragón.

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Editora en Jefe





Índice

REVISTA DIGITAL CIENCIA @UAQRO
NÚMERO 2 VOLUMEN 13

Ciencias Naturales y Exactas

DESARROLLO DE UN CONFITE FUNCIONAL ELABORADO A PARTIR DE GABAZO DE MANGO (MANGIFERA INDICA L.) COMO ESTRATEGIA ALIMENTICIA CONTRA LA OBESIDAD Y EL SOBREPESO INFANTIL

DEVELOPMENT OF A MANGO (MANGIFERA INDICA L.)-BAGASSE FUNCTIONAL CONFECTIONERY AS A FOOD STRATEGY TO COMBAT CHILDHOOD OVERWEIGHT AND OBESITY

Marcela Gaytán Martínez, Luz Abril Herrera Cazares, Dra. Aurea Karina Ramírez Jiménez, Iván Andrés Luzardo Ocampo, Rocío Campos Vega.

15 - 26

MARCADORES PATOGENICOS ASOCIADOS A UN PROCESO DE NEURODEGENERACIÓN CEREBELAR EN UN MODELO EXPERIMENTAL DE ENCEFALOPATÍA HEPÁTICA EN RATAS.

PATHOGENIC HALLMARKS ASSOCIATED TO A CEREBELLAR NEURODEGENERATIVE PROCESS IN AN EXPERIMENTAL MODEL OF HEPATIC ENCEPHALOPATHY IN RATS

Mauricio Díaz Muñoz, Dr. Andrés Quintanar Stephano, Mayra L. López Cervantes, Sra. Alcauter Solórzano.

27 - 39

Ciencias Sociales y Humanidades

FITOTOPONÍMIA HÑÄHÑU: HUELLA LINGÜSTICA DE LA HISTORIA DE LOS OTOMIÉS.

HÑÄHÑU PHYTOTOPONYMY: LINGUISTIC FOOTPRINT OF THE HISTORY OF THE OTOMIES

Ewald Hekking, Roberto Aurelio Nuñez López.

40 - 51

ESTUDIO DE CASO: MEDICINA TRADICIONAL EN LA ATENCIÓN A LOS EFECTOS DE LA VIOLENCIA DE GÉNERO EN MUJERES Y NIÑAS ÑHAÑHU.

ESTUDIO DE CASO: MEDICINA TRADICIONAL EN LA ATENCIÓN A LOS EFECTOS DE LA VIOLENCIA DE GÉNERO EN MUJERES Y NIÑAS ÑHAÑHU.

Cathia Huerta Arellano.

52 - 62

ACTORES SOCIALES EN LA VALORACIÓN DE LA PERMANENCIA ESCOLAR EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

SOCIAL ACTORS IN THE ASSESSMENT OF SCHOOL CONTINUITY IN HIGHER EDUCATION

Carla Patricia Quintanar Ballesteros, Ana Hilda Uribe Carrillo, Erik Vallejos Preciado.

63 - 75

Comité Editorial

Ciencias Físico Matemáticas

Dr. Gilberto Herrera Ruiz
Facultad de Ingeniería UAQ
Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Facultad de Ingeniería UAQ
Dra. Teresa Guzmán Flores
Facultad de Informática UAQ
Dr. Enrique González Sosa
Facultad de Ingeniería UAQ

Ciencias de Psicología y Pedagogía

Dra. Evelyn Díez-Martínez
Facultad de Psicología UAQ
Dr. Martín Mora Martínez
Universidad de Guadalajara
Dra. Ma. del Carmen Colín Cabrera
Facultad de Psicología UAQ
Dra. Raquel Ribeiro Toral
Facultad de Psicología UAQ
Dra. Pamela Garbus
Facultad de Psicología UAQ

Ciencias Socio Políticas

Dr. Gabriel Muro González
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ
Dra. Sulima del Carmen García Falconi
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ
Dra. Ana Elisa Díaz Aldret
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ

Ciencias Químico Biológicas

Dra. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Facultad de Química
Dr. Fernando Chiang Cabrera
Instituto de Biología, UNAM
Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dr. Juan Campos Guillén
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dra. Rosalía Reynoso Camacho
Facultad de Química UAQ

Ciencias Jurídicas

Dr. Juan Ricardo Jiménez Gómez
Facultad de Derecho UAQ
Dr. Cesar García Ramírez
Facultad de Derecho UAQ
Dr. Gerardo Porfirio Hernández Aguilar
Facultad de Derecho UAQ

Ciencias de la Salud

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinación de Investigación Científica de la UNAM
Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dr. Leonardo Viniestra Velásquez
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Dra. María Peña Rangel
Instituto de Neurobiología, UNAM
Dr. Elhadi Yahia Kazuz
Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Olga Patricia García Obregón
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dra. Ma. Alejandra Hernández Castañón
Facultad de Enfermería
Dr. Enrique Villareal Ríos
Facultad de Enfermería
Dr. Rubén Salvador Romero Márquez
Director de Servicios de Salud en el Estado de Querétaro

Agropecuarias

Dr. Aurelio Guevara Escobar
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dra. Tercia C. Reis de Souza
Facultad de Ciencias Naturales UAQ
Dra. Rosalía Ocampo Velázquez
Facultad de Ingeniería UAQ

Ciencias Económico Administrativas

Dra. Graciela Lara Gómez
Facultad de Contaduría y Administración UAQ
Dra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís
Facultad de Contaduría y Administración UAQ
Dr. Jesús Alberto Pastrana Palma
Facultad de Contaduría y Administración UAQ

Humanidades

Dra. Ángela Moyano Pahissa
Facultad de Filosofía UAQ
Dr. José Ignacio Urquiola Permisán
Facultad de Filosofía UAQ
Dra. Cecilia del Socorro Landa Fonseca
Facultad de Filosofía UAQ
Dra. Cecilia López Badano
Facultad de Lenguas y Letras
Dra. Beatriz Garza González
Facultad de Lenguas y Letras UAQ
Dra. Valeria Belloro
Facultad de Lenguas y Letras UAQ
Dra. María de los Ángeles Aguilar San Román
Facultad de Bellas Artes UAQ
Dr. Sergio Rivera Guerrero
Facultad de Bellas Artes UAQ

Directorio

Rectora
Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Secretaría académica
Dr. Aurelio Domínguez González
Secretaría de contraloría
M. en A.P. José Alejandro Ramírez Reséndiz
Secretaría administrativa
Mtro. Sergio Pacheco Hernández
Secretaría de Finanzas
M. en I. Alejandro Jáuregui Sánchez
Secretaría de extensión universitaria
Dra. Teresa García Besné
Secretaría particular de rectoría
Mtro. Luis Alberto Fernández García
Dirección de investigación y posgrado
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Consejo editorial

Editor en Jefe
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Coordinación editorial
Dra. María de la Luz Reyes Vega
MATI Maura Jarubi Chávez López
WebmaSter
Mtro. Carlos Aníbal Alonso Castilla
Lic. Ramsés Jabín Oviedo Pérez
Diseño editorial
Coordinación de diseño e impresión
Lic. Gerson A. Cornihs Mendoza

La revista CIENCIA@UAQRO es una revista semestral editada y publicada por la Universidad Autónoma de Querétaro, Dirección de investigación y Posgrado. C.U. Cerro de las Campanas S/N, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Tel. (442) 192-13-12, http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/, e-mail: ciencia@uaq.mx. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-062610323500-203, ISSN: 2395-8847, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número Dirección de Innovación de Tecnologías de la Información DITIUAQ, M. en C. Jesús Martín Jaramillo Morales Flores, Centro Universitario Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Querétaro, Qro., fecha de la última modificación 15 de diciembre de 2017. El diseño de esta revista se financió con recursos de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial del contenido e imágenes de la publicación sin plena autorización de la Universidad Autónoma de Querétaro.

LATINDEX, sistema de Información sobre las revistas de investigación científica técnico-profesionales y de divulgación científica y cultural que se editan en los países de América Latina, El Caribe, España y Portugal, No. 24506.





NORMAS EDITORIALES

DIGITAL CIENCIA@UAQRO es una revista multidisciplinaria electrónica. El idioma de publicación es el español con temas originales que podrán ser agrupados en alguno de los dos bloques:

- a. Ciencias Naturales y Exactas
- b. Ciencias Sociales y Humanidades

Revisión entre pares

Se invita a la revisión de un artículo a tres investigadores cuyo trabajo se relacione con el tema del artículo. Los nombres de los autores no son revelados a los revisores y viceversa. Se envía la invitación acompañada del resumen del artículo (sin nombres ni instituciones de adscripción). Este proceso de evaluación anónimo protege a los autores y a los revisores de todo prejuicio. Una vez que los árbitros aceptan la invitación para ser revisores, se envía el manuscrito, anónimo para que sea examinado a fondo. Los revisores envían el dictamen y sugerencias posibles cambios o una recomendación firme sobre la conveniencia de publicar o no el artículo.

Sólo se recibirán los originales que cumplan con las normas editoriales señaladas, que sean originales e inéditas y que se estén postulando exclusivamente en este medio, y no en otro más, simultáneamente. El Editor acusará de recibidos los originales que serán enviados al Comité Editorial para su dictamen y en un plazo no mayor de tres meses comunicará a los interesados si el trabajo ha sido aceptado para su publicación.



INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

1. DIGITAL CIENCIA@UAQRO es una revista multidisciplinaria electrónica. El idioma de publicación es el español. En ella se publican artículos de investigación o de revisión, con temas originales, que podrán ser destinados a uno de los siguientes bloques:
 - a. Ciencias Naturales y Exactas
 - b. Ciencias Sociales y Humanidades
2. Sólo se recibirán artículos originales que cumplan con las normas editoriales señaladas.
3. Los artículos serán enviados al Comité Editorial para su dictamen y en un plazo no mayor de tres meses se comunicará a los interesados si el trabajo ha sido aceptado para su publicación.

Para consultas o ayuda escriba a: ciencia@uaq.mx

Guía para los autores

Antes de enviar un manuscrito a la Revista DIGITAL CIENCIA@UAQRO, verifique que su documento cumpla con los requisitos de la revista. Esto evitará correcciones de formato y agilizará el proceso de evaluación.

La revista publica artículos derivados de investigaciones concluidas o de reflexiones que traten sobre las temáticas convocadas, que no estén siendo sometidos en otras revistas y que sean inéditos.

El texto debe estar escrito en español, correctamente. El texto del manuscrito se divide en secciones numeradas; deben numerarse también las páginas y las líneas. El texto deberá escribirse a doble espacio. Se requiere un dictamen ético cuando la investigación a la que se refiere el artículo la haya requerido. Si el artículo incluye Tablas y/o Figuras, estas deben presentarse por separado, en formato jpg ó tif en 300 dpi. Todas las fuentes relevantes, tales como artículos, capítulos de libros, libros, páginas web, entre otros, deben incluirse en la lista de Referencias. Debe prepararse una Hoja Frontal en la cual se introduzca el artículo explicando la novedad de la investigación mediante “Aspectos Interesantes” que identifiquen los logros obtenidos en su trabajo y lo expliquen en pocas palabras. Deben presentarse de 3 a 5 frases, de 85 caracteres cada una.

Lista de verificación

Esta lista asegura al autor que su manuscrito cumple con los requerimientos, antes de su envío.

- Los autores deben asegurarse de la novedad del artículo y de que éste no haya sido publicado – ver “Responsible research publication: international standards for authors” en el siguiente enlace: http://publicationethics.org/files/International%20standards_authors_for%20website_11_Nov_2011_0.pdf Consentimiento ético, cuando este sea necesario.
- Extensión: No deben contener menos de 10 ni más de 20 páginas, incluyendo Tablas y Figuras.
- Página del título: Contiene el título del artículo, los nombres de los autores, sus afiliaciones, correos electrónicos y el teléfono del autor principal. Los nombres

Información para los autores

de los autores deben escribirse en el siguiente orden: Nombre Apellidos (los apellidos, separados por un guión), ejemplo: María Soledad CARREÓN-LÓPEZ – esto asegura que se enlisten correctamente en los servicios de indización.

- Primera página: “Aspectos Interesantes”: de 3 a 5 enunciados. De máximo 85 caracteres cada uno.
- Las páginas deben numerarse consecutivamente, excepto la Página del Título y la Hoja Frontal (que contiene los “Aspectos Interesantes”).
- También deben numerarse consecutivamente las líneas de las páginas numeradas. La numeración de las líneas debe ser consecutiva desde la primera hasta la última página.
- El manuscrito debe contener una declaración de ausencia de Conflicto de Intereses. Esta debe situarse antes de la Referencias.
- El manuscrito debe contener, si es necesario, la aprobación ética y el consentimiento informado.
- El manuscrito debe proporcionarse como un archivo Microsoft Word.
- Deben proponerse tres o más revisores (incluyendo afiliación y correo electrónico institucional), al menos dos de ellos deben ser de instituciones externas a la Universidad de adscripción del autor.

Tipos de artículos

1. Artículo de investigación: Es un artículo que relata una investigación completa que no ha sido publicada anteriormente. No debe exceder 7,500 palabras de Introducción a Conclusión (sin incluir referencias). Debe contener un máximo de 6 Tablas y Figuras, combinadas. No debe exceder de 40 referencias. Si fuera absolutamente necesario exceder de estos límites (tablas, figuras, referencias), por favor contacte al Coordinador de la Revista antes de enviarlo.
2. Artículo de revisión: Debe tratar sobre un tópico interesante. Normalmente se enfoca a la literatura publicada durante los cinco años previos. No debe exceder de 10,000 palabras, de Introducción a Conclusión (sin incluir referencias). Debe contener un máximo de 6 Tablas y Figuras, combinadas. No debe exceder de 120 referencias. Si fuera absolutamente necesario exceder de estos límites (tablas, figuras, referencias), por favor contacte al Coordinador de la Revista antes de enviarlo.

Preparación del manuscrito

GENERAL: Los manuscritos deben prepararse en Microsoft Word, a doble espacio, con márgenes de 2.5 cm (superior, inferior, lateral derecho e izquierdo), con fuente Arial 12 puntos. Los editores se reservan el derecho de ajustar el estilo para obtener uniformidad.

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO: Se debe seguir el siguiente orden: Título, Autores, Afiliaciones, Resumen, Palabras clave, Texto principal (Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Conclusión), Agradecimientos, Apéndice, Conflicto de intereses,

Información para los autores

Referencias, Títulos de Figuras y Tablas. El autor que recibe la correspondencia debe identificarse con un asterisco y un pie de nota. Todos los otros pies de página se identificarán con números arábigos superíndices (ejemplo: texto¹, 1pie de página). El título del artículo no debe ser ambiguo y debe reflejar su contenido.

TÍTULO: Conciso e informativo. Los títulos se usan en sistemas de recuperación de información. Deben evitarse las abreviaturas y las fórmulas.

AUTORES Y AFILIACIONES: En la línea enseguida del título, anotar los nombres y apellidos completos de cada autor y confirmar que estén escritos correctamente. Asegúrese de escribir primero el nombre o nombres con minúsculas y en segundo término el apellido con mayúsculas; si son dos apellidos, sepárelos por un guión (Ejemplo: José Alberto MUÑOZ-BUENROSTRO) –esto asegurará que se enlisten correctamente en los servicios de indexación. En la línea enseguida de los autores, escribir la afiliación de los autores (donde trabajan actualmente). Indicar la afiliación de cada autor mediante una letra minúscula superíndice inmediatamente al término del nombre del autor y al inicio de la afiliación correspondiente. Proporcionar la dirección postal completa de cada afiliación, incluyendo el nombre del país y la dirección electrónica de cada autor.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Indicar claramente quien es el autor que recibirá la correspondencia durante las etapas de evaluación y publicación del artículo, así como en etapas posteriores. Asegurarse de que la dirección electrónica se incluya y que los detalles del contacto se mantengan actualizados por el autor.

DIRECCIONES ACTUALES PERMANENTES: Si un autor cambia de afiliación o es un invitado en la afiliación proporcionada, debe indicarse como pie de página la “Dirección Permanente” del autor.

RESUMEN: Debe escribirse en español y en inglés. El orden de presentación es primero en español, seguido de las palabras clave y enseguida en inglés, seguido de las “keywords”. Debe ser conciso. Debe incluir brevemente el objetivo de la investigación, la metodología relevante, los principales resultados y conclusiones. Un resumen se presenta, a menudo, independientemente del artículo y por esta razón deben evitarse las referencias bibliográficas y las abreviaturas no estándares. El resumen no debe exceder 200 palabras.

PALABRAS CLAVE: De 3 a 5 palabras que indiquen a qué se refiere el artículo. Éstas se usan en los servicios de indexación para la localización de artículos.

ASPECTOS INTERESANTES (EN INGLÉS HIGHLIGHTS): Se incluyen de 3 a 5 frases, en español y en inglés, con un máximo de 85 caracteres cada una, para destacar las contribuciones importantes del artículo. No deben usarse abreviaturas y asegúrese de que las frases puedan entenderse independientes del manuscrito.

Información para los autores

■ Citas:

Las citas se enuncian en el texto iniciando con el apellido del autor (sin iniciales) y el año de publicación (ejemplo: “Sánchez, Martínez y Vega (2010) estudiaron los efectos...” ó “...valores semejantes a los reportados por otros [Camargo, González, Velázquez & Zapata, 2012]...”). Para 2-6 autores, todos los autores se enlistan como se indicó. Cuando se trata de más de 6 autores, se escribe el apellido del primer autor *et al.*

■ Referencias a publicaciones en revistas:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

■ Referencia a una publicación en revista con un número de artículo:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

■ Referencia a un libro:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, [Chapter 4].

■ Referencia a un capítulo en un libro editado:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281-304). New York: E-Publishing Inc.

■ Referencia a un website:

Cancer Research UK. *Cancer statistics reports for the UK*. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

■ Referencia a una base de datos:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

■ Referencia a una conferencia o presentación de póster:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Información para los autores

SUBDIVISIÓN-SECCIONES NUMERADAS: Divida su artículo en secciones claramente definidas y numeradas (1, 2, 3, etc.). Las subsecciones también deben numerarse (1, 1.1, 1.1.1 y luego 1.2, 1.2.1, etc.). El resumen no debe incluirse en la numeración. Use esta denominación para referencias cruzadas en el texto. Cada sección y subsección debe tener un breve encabezado. Cada encabezado debe aparecer en una línea independiente.

HIPÓTESIS: Los artículos científicos se benefician con la inclusión de hipótesis. Estas deben ser claras, concisas y declarativas. Se deben describir una o varias hipótesis, las cuales se intentarán confirmar o refutar mediante el trabajo descrito en el manuscrito. La inclusión de la hipótesis facilita contrastar las hipótesis con las aseveraciones de literatura previa y señalar lo que el autor considera distintivo o novedoso en el manuscrito. La hipótesis debe incluirse en la Introducción y en Conclusión debe incluirse si la hipótesis fue confirmada o refutada.

FORMATO PARA AGRADECER FINANCIAMIENTO: Deben enlistarse las fuentes de financiamiento indicando los datos de las becas u otros organismos que apoyaron el desarrollo del trabajo. Si no se recibieron fondos para la investigación, debe incluirse la siguiente frase:

- Esta investigación no recibió ningún subsidio de agencias públicas, comerciales o sectores no lucrativos.

UNIDADES: Deben seguirse las reglas aceptadas internacionalmente: use el sistema internacional de unidades (SI). Si se mencionan otras unidades, por favor dé su equivalencia en el SI. La temperatura debe indicarse en grados Celsius. La unidad “billón” es ambigua, no debe usarse.

ESTADÍSTICA: Debe aplicarse el análisis estadístico apropiado.

FIGURAS: Adjunte fotografías de 300 ppp e ilustraciones a 600 ppp en formato JPG, TIFF o PNG. En archivos independientes.

TABLAS: Evite tablas muy largas o muy cortas. La mitad de una página se recomienda como una buena medida. Los símbolos y abreviaciones tendrán que aparecer en el pie de nota.

CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Confirme que cada referencia esté citada en el texto y viceversa.

Las referencias deben enlistarse por orden alfabético del apellido del primer autor y en segundo término en orden cronológico. Al citarlas en el texto, si hay más de una referencia del mismo primer autor y del mismo año, deben identificarse mediante las letras a, b, c, etc. colocadas después del año de publicación.

ISSN: 2395 - 8847

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

VOLUMEN 13 NÚMERO 2

JULIO - DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

PREMIO ALEJANDRINA 2020

Ciencias Sociales y Humanidades,
Ciencias Naturales y Exactas





DESARROLLO DE UN CONFITE FUNCIONAL ELABORADO A PARTIR DE BAGAZO DE MANGO (*MANGIFERA INDICA L.*) COMO ESTRATEGIA ALIMENTICIA CONTRA LA OBESIDAD Y EL SOBREPESO INFANTIL

DEVELOPMENT OF A MANGO (*MANGIFERA INDICAL.*)-BAGASSE FUNCTIONAL CONFECTIONERY AS A FOOD STRATEGY TO COMBAT CHILDHOOD OVERWEIGHT AND OBESITY

Marcela Gaytán-Martínez^{1*}, Luz Abril Herrera-Cazares², Aurea Karina Ramírez-Jiménez³, Iván Luzardo-Ocampo³, Rocio Campos-Vega³.

¹ Posgrado en Ingeniería de Calidad y Productividad, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N Col. Las Campanas, Querétaro, México.

² Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n Col. Cerro de las Campanas, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, México.

³ Tecnológico de Monterrey, Campus Toluca, Avenida Eduardo Monroy Cárdenas 2000 San Antonio Buenavista, 50110 Toluca de Lerdo, México.

* Autor de correspondencia, correo: marcelagaytanm@yahoo.com.mx

Resumen

Los productos de confitería son de alto consumo para la población infantil y han contribuido al incremento de morbilidades, tales como la obesidad y el sobrepeso, las cuales han alcanzado una prevalencia de 13.8 % para niños y adolescentes (12-19 años) en el estado de Querétaro. Como alternativa a esta problemática, este trabajo buscó desarrollar un producto de confitería funcional (CBM) usando bagazo de mango, un subproducto rico en compuestos bioactivos. Se evaluó el aporte nutricional, aceptación sensorial y la funcionalidad de sus componentes (liberación o bioaccesibilidad) mediante un modelo de digestión gastrointestinal *in vitro*. Asimismo, se realizó un análisis metabolómico no dirigido de los metabolitos generados a través de la fermentación colónica. Se obtuvo un producto rico en proteínas (10.27%) y fibra dietaria (17.3%), que no presentó diferencias en olor, sabor, textura o acidez con un control comercial. Ácido gálico, mangiferina y quercetina fueron los compuestos fenólicos más bioaccesibles (22.05-232.11 %). Durante la fermentación colónica, CBM generó niveles significativos de ácido butírico y butil butirato, sustancias de conocido efecto prebiótico y con papel atenuante de la obesidad. En conclusión, CBM es una alternativa de confite funcional con aporte de compuestos bioactivos, con potencial para reducir obesidad y sobrepeso en la población infantil. Este proyecto tiene un alcance social, aprovechando un subproducto para generar

un producto de alto valor agregado, con impacto en el sector salud y en el económico, generando productos de alto consumo que coadyuvan a la prevención de la obesidad y el sobrepeso infantil y que reducen el impacto ambiental de la industria del mango.

Palabras clave: Ácidos grasos de cadena corta, confitería funcional, compuestos fenólicos, bioaccesibilidad, Mango (*Mangifera indica L.*), obesidad infantil.

Abstract

*Confectionery products are highly consumed by children population and have contributed to the increase of morbidities such as obesity and overweight. Both have reached a prevalence in Queretaro of 13.8% for children and teenagers (12-19 years old). As an alternative to such a problem, this work aimed to develop a functional confection (CBM) using mango bagasse, a bioactive compounds-rich by-product. It was evaluated CBM's nutritional contribution, sensory acceptance, and the functionality of specific CBM's components (bioaccessibility or release) through an *in vitro* gastrointestinal digestion model. Moreover, an untargeted metabolomics analysis was conducted for the metabolites produced during the colonic fermentation. A protein and dietary fiber-rich product (10.27 and 17.3%, respectively) was obtained. Compared to a commercial*

product, CBM did not exhibit differences in odor, flavor, texture, or acidity. Gallic acid and mangiferin were the most bioaccessible phenolics (22.05-232.11%). During the colonic fermentation, CBM produced significant levels of butyric acid and butyl-butylate, which are known for their prebiotic and obesity-reduce effects. In conclusion, CBM is an alternative of functional confection that provides bioactive compounds with the potential for the reduction of obesity and overweight in children population. This project has a social reach taking advantage of a by-product to generates a high value-added product that impacts the economic and health sector creating high-consumption products that help in the childhood obesity and overweight prevention, reducing the environmental impact of the mango's industry.

Keywords: Short-chain fatty acids, functional confectionery, phenolic compounds, bioaccessibility, mango (*Mangifera indica*), childhood obesity.

1. Introducción

La obesidad y el sobrepeso son enfermedades crónicas de alta prevalencia en América Latina, llegando a alcanzar tasas del 20 % en niños y adolescentes (0-19 años) [Cominato y col., 2018]. En México, se ha estimado una incidencia de obesidad y sobrepeso en niños y adolescentes, para zonas rurales y urbanas, del 37.9% y 29.7% (5-11 años) y 39.7% y 34.6% (12-19 años) [INSP, 2018]. Querétaro se encuentra en una posición intermedia, alcanzando una tasa del 13.8% de niños de 12-19 años, con obesidad [INSP, 2018]. La obesidad y el sobrepeso son problemáticos por su alto costo económico, en el cuidado de la salud y pérdidas en la productividad y calidad de vida [Jelalian & Whitney Evans, 2017]. Los niños con obesidad y sobrepeso presentan mayor propensión a desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus en su vida adulta, además se ha visto que tienden a tener baja autoestima, insatisfacción corporal, y mayor estrés psicológico que las personas sanas, por lo que las estrategias orientadas a la prevención de la obesidad y el sobrepeso traen beneficios económicos directos y en la salud [Bleich y col., 2018].

La dieta es uno de los principales factores de riesgo asociados a la obesidad porque el consumo de azúcares y otros carbohidratos alcanza, respectivamente, el 15% y el 50% del consumo dietario, en México y América central, y llegan a representar del 51.9 al 58-2% del consumo energético diario [García-Chávez, Rodríguez-Ramírez, Rivera, Monterrubio-Flores, & Tucker, 2018]. La población de niños de 5-11 es la que tiene el mayor consumo de bebidas endulzadas (85.7%), botanas y dulces (64.6%) y cereales dulces (52.9%), productos de alto aporte de azúcares refinados y bajo aporte de fibra, antioxidantes o vitaminas, necesarios para el desarrollo adecuado de infantes [INSP, 2018]. Por ello, propuestas de opciones funcionales con beneficios saludables podrían impactar significativamente las altas tasas de obesidad y sobrepeso estatales y federales, atenuando las morbilidades asociadas a la obesidad en la población infantil, cuyo costo se estima que llegará a más de 10 mil millones de pesos en 2050 [Gaona-Pineda y col., 2018; NOTIMEX, 2019]. La confitería funcional, o el desarrollo de confites con un fin saludable, podría ser una solución ya que son productos fáciles de adquirir y que permitirían la incorporación de compuestos bioactivos con propiedades saludables [Herrera-Cazares y col., 2017].

Entre los diversos ingredientes alimentarios con beneficios a la salud, se encuentra el bagazo de mango (BM), que es el residuo que queda después del proceso industrial de extracción de la pulpa. Este material es rico en compuestos bioactivos como compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides) y fibra dietética (oligosacáridos y pectinas), entre otros, que han demostrado tener efectos positivos en la atenuación de obesidad, mediante la mejora de la actividad gastrointestinal y microbiota colónica por su efecto prebiótico, y aportar compuestos con comprobado efecto antiobesogénico [Wall Medrano y col., 2020]. Se ha demostrado que una dieta alta en fibra y compuestos fenólicos ayuda a modular positivamente la microbiota intestinal [Campos-Vega, Oomah, & Vergara-Castañeda, 2017]. Un consumo adecuado de estos compuestos induce la producción de una amplia variedad de metabolitos, como son los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y sus derivados, principalmente

ésteres de ácido acético, butírico y propiónico (Menni y col., 2017), con conocidos efectos contra la obesidad infantil. Dado que México se encuentra entre los cinco principales productores mundiales de mango (FAO, 2018), es de esperarse que la cantidad de residuos sea equiparable. La agroindustria del mango genera altos volúmenes de subproductos (35-60%); se estima que México generó entre 762 mil y 1.3 millones de toneladas de subproductos en 2018, los cuales representan una amenaza ecológica por su potencial contaminante y una pérdida valiosa de producto rico en compuestos con beneficios a la salud (Wall Medrano y col., 2020). El bagazo de mango o el residuo obtenido luego de la extracción de pulpa, contiene compuestos bioactivos como compuestos fenólicos (ácidos fenólicos y flavonoides) y fibra dietaria (oligosacáridos y pectinas), entre otros, que podrían ejercer un efecto positivo en la saciedad, mejora de la actividad gastrointestinal y microbiota colónica por su efecto prebiótico, y aportar compuestos con comprobado efecto antioxidante y modulador del metabolismo de lípidos y carbohidratos (Wall Medrano y col., 2020).

A fin de garantizar la efectividad y funcionalidad del confite funcional, es indispensable garantizar que los compuestos bioactivos sean bioaccesibles, es decir, que puedan liberarse de la matriz alimenticia, dado que muchos de los beneficios de los compuestos bioactivos dependen del modo como se metabolizan a lo largo del tracto gastrointestinal (Rein y col., 2013). Para ello, los modelos de digestión *in vitro* permiten estudiar estos cambios y el perfil de fermentación colónico. Especial énfasis se ha puesto en el estudio de metabolitos de fermentación específicos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), los cuales se han relacionado con una microbiota saludable y con la prevención de la obesidad infantil (Estrada-Velasco y col., 2015; McCann, Rawls, Seed, & Armstrong, 2017). Por todo lo anterior, el objetivo de este proyecto fue diseñar un confite funcional elaborado a partir de bagazo de mango como alternativa para combatir obesidad y sobrepeso infantil, además de evaluar la bioaccesibilidad y perfil de metabolitos de fermentación que pudieran estar asociados a un efecto antiobesogénico. El aprovechamiento de un subproducto para generar un producto de alto valor agregado, como

lo es la confitería funcional, tiene un doble beneficio social: ofrecer un producto de alto consumo como coadyuvante para la prevención de obesidad infantil y reducir el impacto ambiental de la industria del mango. Lo anterior, está alineado con los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización Mundial de la Salud, especialmente en referencia a la salud, bienestar y comunidades sostenibles.

2. Materiales y métodos

2.1. Obtención del bagazo de mango y elaboración del confite extrudido

Mangos maduros obtenidos en la central de abastos de Santiago de Querétaro (Qro., México). El bagazo de mango (BM) y el confite extrudido adicionado con bagazo de mango (CBM) fueron elaborados según lo reportado por Herrera-Cazares y col. (2017). El polvo seco de BM fue reducido en tamaño de partícula (250 μ m) y se mezcló con edulcorante, almidón (0.1 %), grenetina (11.5 %) y pectina (1.14 %) hasta obtener una pasta que se hidrató con glicerol. La pasta fue extruida (72 °C) a una velocidad de tornillo de 15 rpm. Se utilizó un extrusor de tornillo simple de una pulgada de diámetro, con una relación de tornillo de L/D=19 y un dado de 6 mm de diámetro. Se obtuvieron tiras de 15 cm, las cuales se secaron a 30 °C por 12 h y se espolvorearon con chile en polvo.

2.2. Análisis proximal

Se determinó humedad (método 325.23), proteínas (método 920.15), lípidos (método 920.39), cenizas (método 942.05), fibra dietaria soluble (método 991.42), fibra dietaria insoluble (método 9931.19) y almidón resistente (método 2002.02) por las técnicas de la (AOAC, 2002). La fibra dietaria total se calculó como la suma de la fibra dietaria soluble e insoluble, los carbohidratos por diferencia y los azúcares simples de acuerdo con lo reportado por DuBois, Gilles, Hamilton, Rebers, & Smith (1956).

2.3. Evaluación sensorial

Se realizó una prueba de aceptación sensorial al CBM y un confite comercial de los más consumidos por los niños. Las muestras de CBM cumplían con la inocuidad sanitaria, de acuerdo a la normatividad. La prueba se realizó con

100 jueces consumidores, no entrenados, de edades entre 8-14 años, se usó una escala de 7 puntos, donde 1 = no me gusta y 7 = me gusta mucho. Se evaluó el sabor, olor, textura, color y aceptación general. Los resultados se compararon por una prueba de análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

2.4. Digestión gastrointestinal *in vitro*

Se simuló una digestión gastrointestinal *in vitro* según lo reportado por Campos-Vega y col. (2015). Se simularon las etapas de boca, estómago e intestino delgado. Para esta última, se utilizaron intestinos invertidos de ratas macho Wistar (250-300 g), obtenidas en el Instituto de Neurobiología (UNAM-Campus Juriquilla, Querétaro, México). Para la etapa colónica, se siguió la metodología propuesta por Campos-Vega y col. (2009) utilizando inóculo fecal de origen humano y condiciones anaeróbicas. Las muestras se incubaron por 6, 12 y 24 h y durante cada tiempo se tomaron alícuotas y se determinó el pH. El protocolo experimental fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Querétaro (CBQ 16/1116-5). Los participantes firmaron un consentimiento informado para su inclusión en el estudio de acuerdo con la declaración de Helsinki, el Consejo de las Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (CIOMS) y las Leyes Regionales de la Secretaría de Salud de México. Los procedimientos con animales se llevaron a cabo de acuerdo con la Guía del Instituto Nacional de Salud Pública para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio.

2.5. Extracción y cuantificación de compuestos fenólicos libres

Se extrajeron los compuestos fenólicos libres de las materias primas (BM y CBM) según lo reportado por Cardador-Martínez, A., Loarca-Piña, G., & Oomah (2002). En estos extractos y en muestras de las etapas de la digestión *in vitro* fueron cuantificados fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu, flavonoides totales (Feregrino-Pérez y col., 2008) y taninos condensados (Oomah, Cardador-Martínez, & Loarca-Piña, 2005). Para la cuantificación de ácido gálico, mangiferina y quercetina se utilizó un sistema de cromatografía líquida de alto desempeño acoplado a un detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) usando la metodología de Ramírez-Jiménez, Reynoso-Camacho, Mendoza-Díaz, & Loarca-Piña (2014).

2.6. Cuantificación de ácidos grasos de cadena corta e identificación de otros metabolitos volátiles orgánicos

Para las muestras obtenidas en la etapa colónica, la extracción de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) se realizó mediante una micro extracción en fase sólida y su cuantificación mediante cromatografía de gases acoplado a masas (HS-SPME/GC-MS, por sus siglas en inglés) de acuerdo a lo descrito por Zamora-Gasga y col. (2015), usando la base de datos del programa MSD ChemStation.

2.7. Análisis metabolómico no dirigido

El perfil global de metabolitos obtenidos en la etapa colónica se sometió a un análisis metabolómico no dirigido, donde los datos fueron normalizados y analizados mediante el programa MetaboAnalyst 3.0 de acuerdo con lo reportado por Gertsman & Barshop (2018). La identificación de los metabolitos se llevó a cabo utilizando la base de datos HMDB (<http://www.hmdb.ca/>) y los puntajes de importancia variable en proyección (VIP) fueron utilizados para clasificar a cada uno por su grado de discriminación.

2.8. Análisis estadístico

Los datos fueron expresados como la media \pm error estándar (EE) de al menos dos experimentos independientes, por triplicado. Excepto para el análisis sensorial, los datos fueron analizados con un análisis de varianza (ANOVA) y prueba post hoc de Tukey-Kramer donde se consideró diferencia estadística cuando $p < 0.05$.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización proximal de bagazo de mango (BM) y confite adicionado con bagazo de mango (CBM)

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición proximal de BM y CBM. El alto contenido proteico de CBM, superior a BM ($p < 0.05$) es debido a la adición de gretina, una fuente de proteína que funciona como vehículo de compuestos bioactivos de bajo costo con alta aceptación infantil (Herrera-Cazares y col., 2017). No hubo diferencias ($p < 0.05$) en la relación de fibra soluble e insoluble entre BM y CBM, mientras que es destacable la presencia de almidón resistente de CBM, el cual tiene

efectos positivos en incrementar el nivel de saciedad gracias a la producción de AGCC en el colon, estimulando la secreción del péptido similar a glucagón (GLP-1) [Al-Mana & Robertson, 2018]

Tabla 1. Análisis proximal de bagazo de mango y confite adicionado de bagazo de mango

Contenido [%]	BM	CBM
Humedad	60.52 ± 1.16a	15.36 ± 3.17b
Proteína	2.48 ± 1.46b	10.27 ± 1.24a
Grasa	3.04 ± 0.43a	1.11 ± 0.22b
Cenizas	6.94 ± 0.30b	3.80 ± 0.17a
Carbohidratos	87.50a	84.80a
Fibra dietaria	83.9 ± 4.1a	17.3 ± 2.6b
Fibra insoluble	49.21 ± 3.4a	11.27 ± 1.39b
Fibra soluble	34.65 ± 0.8a	6.01 ± 2.1b
Almidón resistente	ND	2.50 ± 0.13
Azúcares simples	5.81 ± 0.2b	12.02 ± 0.6a

Cada valor representa el promedio ± EE. **BM:** Bagazo de mango; **CBM:** Confite adicionado de bagazo de mango; **ND:** No detectado. Letras diferentes por fila representan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras por la prueba de Tukey-Kramer.

3.2. Evaluación sensorial de confite adicionado con bagazo de mango

El análisis sensorial es un importante instrumento de validación en la industria de alimentos, ya que proporciona información respecto a la aceptación de un producto por los consumidores [Alcantara & Freitas-Sá, 2018]. La Figura 1, muestra los resultados de aceptación sensorial del CBM obtenidos, comparado con un confite comercial de una de las marcas más consumidas por los niños. El único atributo que presentó diferencias ($p < 0.05$) fue el color, lo que podría explicarse por la adición de colorantes artificiales en la muestra comercial.

Se ha sugerido que el color y el aroma son los parámetros más importantes en la aceptación de mango y productos derivados del mismo [Ledesma, Nieto, & Pacheco, 2019]. La igualdad de aceptación sensorial de CBM frente a un control comercial indica su potencial como vehículo de fibra para la población infantil, puesto que a menudo los productos adicionados con fibra son negativamente calificados debido a su textura fibrosa [Ledesma, Nieto, & Pacheco, 2019].

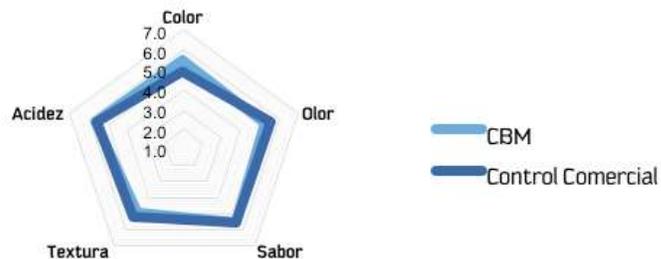


Figura 1. Perfil de evaluación sensorial del confite adicionado con bagazo de mango (CBM).

3.3. Bioaccesibilidad de compuestos fenólicos

La liberación de compuestos bioactivos de la matriz alimentaria, o bioaccesibilidad, es una medida importante para determinar la absorción potencial de estos compuestos (biodisponibilidad), permitiendo dar estimaciones más precisas de mecanismos de acción e incidencias en la salud reales de los mismos de acuerdo a su comportamiento gastrointestinal [Domínguez-Avila y col., 2017]. Por lo tanto, medir la bioaccesibilidad de compuestos bioactivos selectos permite dar una aproximación más real al contexto de lo que ocurriría en un sistema de digestión humano.

La Figura 2 muestra la bioaccesibilidad [%] de compuestos fenólicos en boca (Figura 2A), estómago (Figura 2B), intestino delgado a los 120 minutos (Figura 2C) y colon a las 24 horas (Figura 2D) de BM y CBM. Mientras que los taninos condensados (TAN) fueron los compuestos de mayor bioaccesibilidad en boca, estómago y colon, el ácido gálico (GAL) fue el compuesto más bioaccesible en la etapa intestinal. En la etapa de boca (Figura 2A), CBM presentó mayor bioaccesibilidad de fenoles totales (FT), flavonoides (Flav.), ácido gálico (AG) y quercetina (QUE) (1331%, 3286%, 342.65% y 59.45%, respectivamente), indicando que el dulce no sólo protege compuestos fenólicos de BM, sino que estimula su liberación. En este sentido, se ha reportado que la pectina, uno de los ingredientes del dulce, forma encapsulados hidrofóbicos que protegen a los compuestos fenólicos [Mohammadi, Jafari, Assadpour, & Faridi Esfanjani, 2016]. La reducción de la bioaccesibilidad de taninos (Tan.) ($p < 0.05$) es un factor destacable teniendo en cuenta que estos compuestos contribuyen a dar sabores astringentes y reducen la bioaccesibilidad y potencial biodisponibilidad de compuestos fenólicos y proteínas al formar interacciones no covalentes con

los mismos [Wu y col., 2012]. Durante la etapa gástrica (Figura 2B), CBM presentó mayor bioaccesibilidad ($p < 0.05$) de FTs, Flav., mangiferina (MA) y QUE, sin presentar diferencias en el contenido de Tan. MA es un xantonioide y constituye el compuesto fenólico más importante del mango [Amaya-Cruz y col., 2015], siendo este uno de los primeros reportes de este compuesto en bagazo de mango y productos elaborados con el mismo. Luego de la boca, la etapa intestinal fue la que presentó la mayor liberación de compuestos bioactivos (Figura 2C), siendo CBM el que demostró tener los niveles más altos de bioaccesibilidad de AG y QUE, indicando que

esta matriz es exitosa en preservar estos compuestos hasta la zona intestinal, la sección del tracto de mayor probabilidad de absorción de compuestos bioactivos. Los bajos niveles de bioaccesibilidad durante la etapa colónica (Figura 2D) son un indicador de la actividad de la microbiota colónica sobre los compuestos fenólicos originales, los cuales son fermentados hacia otros metabolitos como los ácidos grasos de cadena corta y derivados de compuestos fenólicos, entre otros, con conocido efecto antioxidante, antiinflamatorio, y modulador del metabolismo de lípidos y carbohidratos [Campos-Vega y col., 2017].

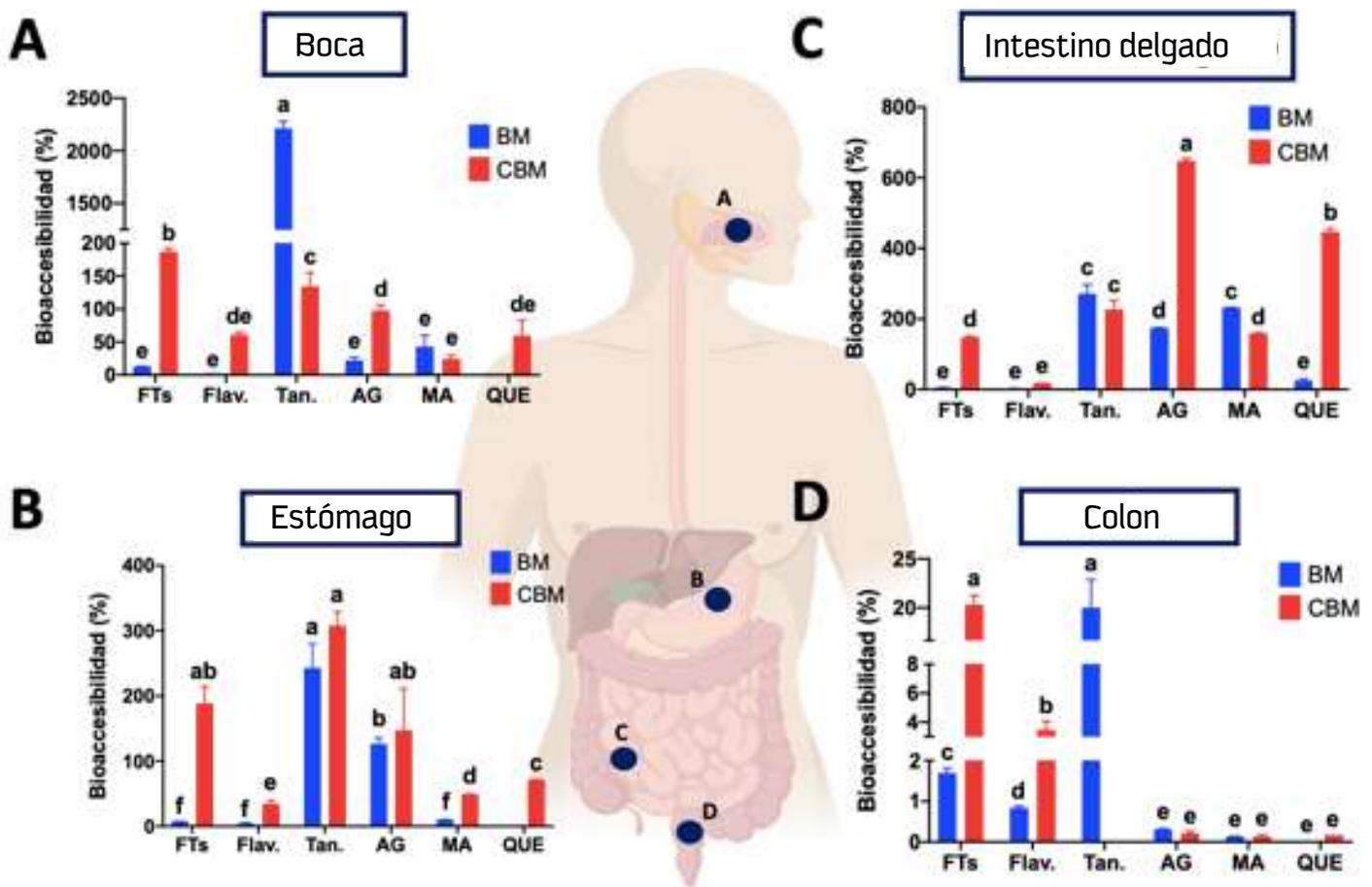


Figura 2. Bioaccesibilidad de compuestos fenólicos durante las etapas de **(A)** boca; **(B)** estómago; **(C)** intestino delgado (120 min), y **(D)** colon. **FTs:** Fenoles totales; **Flav:** Flavonoides totales; **Tan:** Taninos totales; **AG:** Ácido gálico; **MA:** Mangiferina; **QUE:** Quercetina. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) por la prueba de Tukey-Kramer.

3.4. Análisis metabólico no dirigido de compuestos bioactivos producidos durante la fermentación colónica

El colon, es el lugar de residencia de la microbiota intestinal, cuya composición y diversidad se ha relacionado con la presencia de enfermedades

crónicas. Una dieta alta en carbohidratos no digeribles como la fibra, almidón resistente y los compuestos fenólicos ayuda a modular positivamente la microbiota [Campos-Vega y col., 2017]. Un consumo adecuado de estos compuestos induce la producción de una amplia

variedad de metabolitos, como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y sus derivados, principalmente ésteres de ácido acético, butírico y propiónico (Menni y col., 2017). Después de la fermentación de la fracción no digerible del BM y del CBM, se encontró un total de 76 metabolitos en el blanco de fermentación (saliva), 131 para el BM y 73 para el CBM. El análisis de componentes principales (PCA), mostró que cuatro componentes explican la variación total del sistema.

En la Figura 3, se muestra que el tipo de compuestos y el tipo de muestra (BM o CBM) influyen en el componente principal 1 (PC1, 57.6% y 61.9 % de la variación, respectivamente), el tiempo de fermentación en el PC2 (69.9%), la abundancia de los metabolitos en el PC3 (79%) y el grupo funcional de los metabolitos en el PC4 (79.2%). Los compuestos de mayor abundancia

se agruparon en el eje positivo para PC1 vs PC2 y en el eje negativo para PC2 vs PC3. Estos grupos comprendieron principalmente ácidos alifáticos y compuestos aromáticos, y algunos ácidos grasos de cadena media y larga. Curiosamente, en la gráfica de dispersión para PC1 vs PC2 (Figura 3) se observó un patrón similar de producción de metabolitos, el cual fue dependiente del tiempo de fermentación para los dos sustratos. Por ejemplo, el mismo perfil de metabolitos que el BM presentó a las 6 h de fermentación, se observó también para el CBM, pero en tiempos posteriores de fermentación. Lo anterior, sugiere que la matriz del confite (grenetina y pectina) puede estar ejerciendo un efecto protector y de lenta liberación de los precursores de metabolitos de fermentación (Thakur, Rousseau, & Rafanan, 2013).

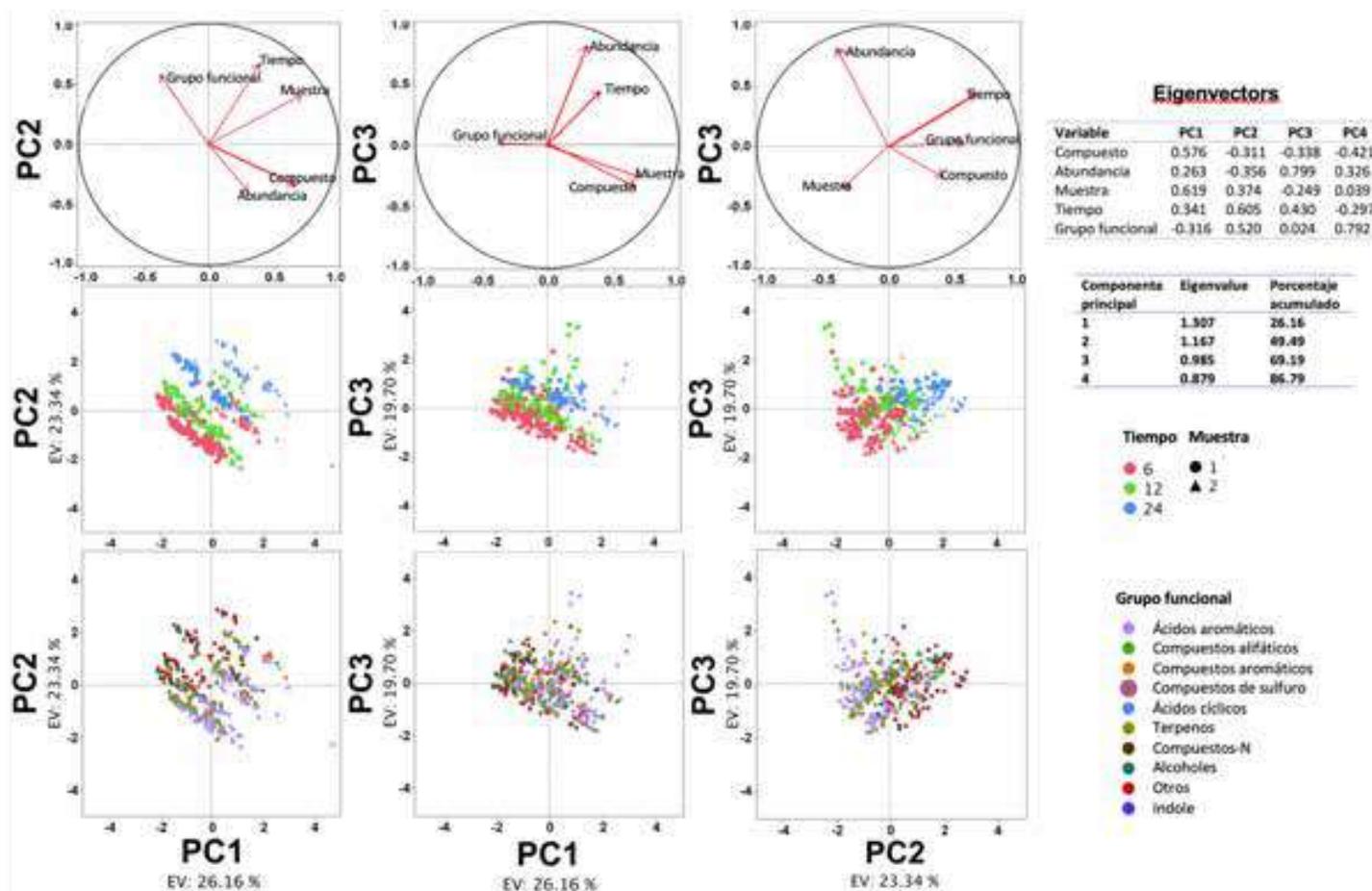
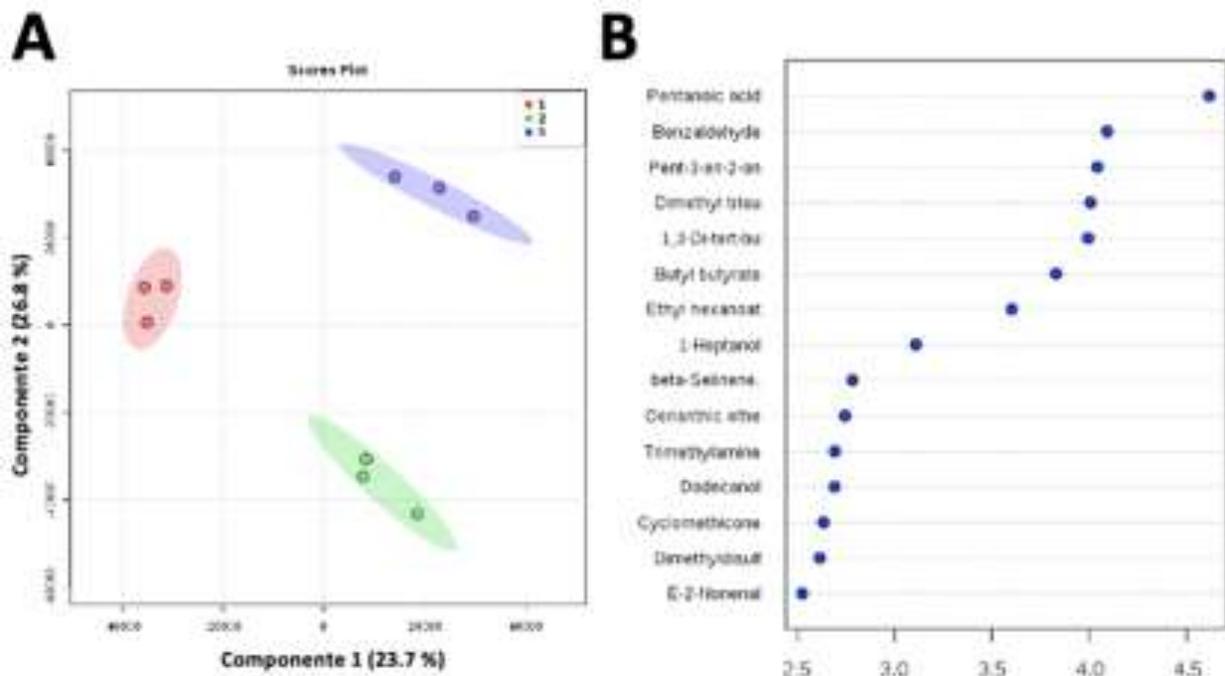


Figura 3. Bioaccesibilidad de compuestos fenólicos durante las etapas de (A) boca; (B) estómago; (C) intestino delgado (120 min), y (D) colon. FTs: Fenoles totales; Flav: Flavonoides totales; Tan: Taninos totales; AG: Ácido gálico; MA: Mangiferina; QUE: Quercetina. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) por la prueba de Tukey-Kramer.

Un análisis post-hoc consistente en un PLS-DA, permitió observar la clara separación del perfil de metabolitos que se produjo durante la fermentación de cada sustrato (blanco, BM o CBM) (Figura 4A), el cual fue muy diferente para cada uno de ellos. De igual manera, el análisis VIP permitió identificar aquellos metabolitos principales producidos para cada sustrato (Figura 4B). Se observó que el sustrato tuvo un efecto marcado en el perfil de metabolitos, lo cual se comprobó al contrastar el perfil de fermentación del BM y BMC con el blanco. El butil butirato, un derivado del ácido butírico, fue uno de los compuestos con mayor contribución durante la fermentación del BM, lo cual coincide con la cantidad significativa de ácido butírico que se produjo a las 12 h de fermentación (Figura 4B). Esta concentración es incluso equiparable a la producción de ácido acético (Figura 4A), el cual se ha considerado el producto principal de la actividad bacteriana en el colon (Ríos-Covián y col., 2016). La alta tasa de producción de ácido butírico, puede ser consecuencia de la estimulación de bacterias productoras de butirato, efecto que ya se ha reportado en otros sustratos como los fructanos (Scott, Martin, Duncan, & Flint, 2014), aunque los compuestos fenólicos también tienen una contribución considerable. El ácido butírico tiene un papel importante en la prevención y atenuación de la obesidad (O' Mahony, Stilling, Dinan, & Cryan, 2015; Stilling y col., 2016). En el caso de mango,

existen estudios que avalan su potencial como prebiótico al regular la microbiota intestinal y producir AGCC (Sáyago-Ayerdi, Zamora-Gasga, & Venema, 2017). Por otra parte, para el CBM, los productos predominantes de fermentación fueron ésteres de ácidos grasos de cadena media y derivados de proteínas (Figura 4B). Para este sustrato, también se observó una cantidad significativa de AGCC, predominantemente ácido acético y butírico, lo que concuerda con el perfil de fermentación de prebióticos reconocidos como la rafinosa, que se utilizó como control de fermentación en el presente estudio (Figura 4A y 4B). Estos resultados, demuestran que la inclusión del BM en un producto de confitería tiene beneficios al conservar el perfil de metabolitos de fermentación de la fibra de mango por sí sola, aportando funcionalidad al CBM. Existen estudios que demuestran que el sustrato es el que determina el tipo de metabolitos que se produce en el colon (Vitali y col., 2012). En el caso del mango, la fibra y los compuestos fenólicos los sustratos que favorecen la producción de AGCC y regulan la microbiota (Kim y col., 2018). Para ambos sustratos, la producción de ácido propiónico fue mínima, y se observó a partir de las 24 h de fermentación (Figura 4C, 1). Una característica importante del metabolismo de la microbiota es la disminución en el pH, lo cual es consecuencia de una activa producción de AGCC como se comprueba en la Figura 4C, 2.



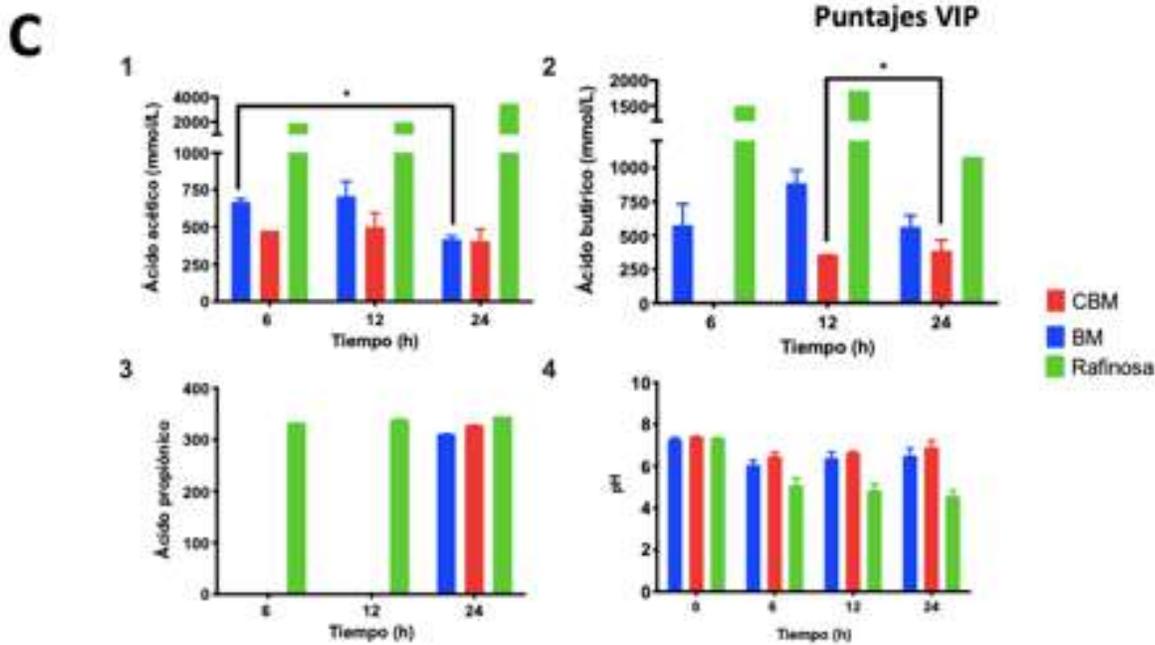


Figura 4. (A) Análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) para los tiempos de fermentación del bagazo (verde), el confite (azul) y un blanco de fermentación (rojo). **(B)** Importancia de la variable para la proyección (VIP) en la producción de metabolitos de fermentación; **(C)** Producción de ácidos grasos de cadena corta [AGCC: 1: Ácido acético; 2: Ácido butírico; 3: ácido propiónico] y cambios de pH **(4)**. Para las gráficas A y B, los números 1: Blanco; 2: BM y 3: CBM. Para los AGCC, las barras representan la media de cada medición y el asterisco indica diferencias significativas ($p < 0.05$) en el tiempo de fermentación para la misma muestra por la prueba de Tukey-Kramer $p < 0.05$.

4. Conclusión

Dado que la obesidad infantil es una afección preocupante en nuestro país, la ingesta de fibra e ingredientes con potencial prebiótico, son factores clave en la prevención y atenuación de esta enfermedad. Los resultados de este trabajo sugieren que el CBM es un producto sensorialmente aceptable, rico en proteínas y que permite la inclusión de fibra dietaria de BM, un producto subutilizado a nivel industrial. Asimismo, contiene compuestos fenólicos, principalmente ácido gálico, mangiferina y quercetina, altamente bioaccesibles durante el tracto gastrointestinal, y con capacidad de ser fermentados en el colon por la microbiota colónica para la generación de AGCC y diversos metabolitos volátiles de interés biológico, con potencial probiótico y reductor de los efectos nocivos de la obesidad y el sobrepeso. Estos hallazgos permiten validar las propiedades saludables para la inclusión del CBM como un producto de confitería funcional para la población infantil, protector de compuestos bioactivos y fuente de fibra, con capacidad para sustituir otros productos altos en grasas y azúcares, calificándolo como una alternativa adecuada para la reducción de los índices de obesidad y sobrepeso en los niños del estado de Querétaro.

Resumen curricular

Dra. Marcela Gaytán Martínez

Posgrado en Ingeniería de Calidad y Productividad Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N Col. Las Campanas. Querétaro, México. Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro. Pertenece al SNI nivel 1 y tiene el reconocimiento PRODEP. Su línea de investigación versa el desarrollo de nuevos productos y/o ingredientes de la industria de alimentos usando tecnologías tradicionales y emergentes, así como su evaluación sensorial, nutrimental y vida de anaquel.

M.C. Luz Abril Herrera Cazares

Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n Col. Cerro de las Campanas, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, México. Maestra en Ciencia y Tecnología de Alimentos, graduada de la Universidad Autónoma de Querétaro. Actualmente trabaja como manager of protects en ReguLab FDA U.S. agent and consultant Projects

Dra. Aurea Karina Ramírez Jiménez

Tecnológico de Monterrey, Campus Toluca, Avenida Eduardo Monroy Cárdenas
2000 San Antonio Buenavista, 50110 Toluca de Lerdo, México.

SNI nivel 1. Su línea de investigación está orientada al desarrollo y evaluación de las propiedades nutraceuticas y nutricionales de los alimentos funcionales con un enfoque nutrigenómico.

M.C. Iván Luzardo Ocampo

Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n Col. Cerro de las Campanas, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, México.

Su línea de investigación versa sobre el efecto de componentes alimentarios en modelos de enfermedad *in vitro* e *in vivo*.

Dra. Rocio Campos Vega

Posgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Research and Graduate Studies in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n Col. Cerro de las Campanas, C.P. 76010, Santiago de Querétaro, México.

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro. Pertenece al SNI nivel 2 y cuenta con el reconocimiento PRODEP. Su línea de investigación versa sobre Nutrición, dieta y salud- mecanismos bioquímicos y moleculares.

Referencias bibliográficas

Al-Mana, N., & Robertson, M. (2018). Acute Effect of Resistant Starch on Food Intake, Appetite and Satiety in Overweight/Obese Males. *Nutrients*, 10(12), 1993. <https://doi.org/10.3390/nu10121993>

Alcantara, M. de, & Freitas-Sá, D. D. G. C. (2018). Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis - uma atualidade na ciência sensorial. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17916>

Amaya-Cruz, D. M., Rodríguez-González, S., Pérez-Ramírez, I. F., Loarca-Piña, G., Amaya-Llano, S., Gallegos-Corona, M. A., & Reynoso-Camacho, R.

(2015). Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis. *Journal of Functional Foods*, 17, 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.051>

AOAC. (2002). *Official methods of analysis of AOAC International* (Seventeen; W. Horwitz & G. W. Latimer, Eds.). Gaithersburg: AOAC International.

Bleich, S. N., Vercammen, K. A., Zatz, L. Y., Frelief, J. M., Ebbeling, C. B., & Peeters, A. (2018). Interventions to prevent global childhood overweight and obesity: a systematic review. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(4), 332-346. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30358-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30358-3)

Campos-Vega, R., Reynoso-Camacho, R., Pedraza-Aboytes, G., Acosta-Gallegos, J. A., Guzman-Maldonado, S. H., Paredes-Lopez, O., ... Loarca-Piña, G. (2009). Chemical composition and *in vitro* polysaccharide fermentation of different beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 74(7). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01292.x>

Campos-Vega, R., Vázquez-Sánchez, K., López-Barrera, D., Loarca-Piña, G., Mendoza-Díaz, S., & Oomah, B. D. (2015). Simulated gastrointestinal digestion and *in vitro* colonic fermentation of spent coffee (*Coffea arabica* L.): bioaccessibility and intestinal permeability. *Food Research International*, 77(2), 156-161. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.024>

Campos-Vega, Rocio, Oomah, B. D., & Vergara-Castañeda H. A. (2017). In vivo and in vitro studies on dietary fiber and gut health. In F. Hosseinian, B. D. Oomah, & R. Campos-Vega (Eds.), *Dietary fibre functionality in food and nutraceuticals* (First, pp. 123-177). <https://doi.org/10.1002/9781119138105.ch6>

Cardador-Martínez, A., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2002). Antioxidant Activity in Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(24), 6975-6980.

Cominato, L., Di Biagio, G. F., Lellis, D., Franco, R. R., Mancini, M. C., & de Melo, M. E. (2018). Obesity Prevention: Strategies and Challenges in Latin America. *Current Obesity Reports*, 7(2), 97-104. <https://doi.org/10.1007/s13679-018-0311-1>

Domínguez-Avila, J. A., Wall-Medrano, A., Velderrain-Rodríguez, G. R., Chen, C.-Y. O., Salazar-López, N.

- J., Robles-Sánchez, M., & González-Aguilar, G. A. (2017). Gastrointestinal interactions, absorption, splanchnic metabolism and pharmacokinetics of orally ingested phenolic compounds. *Food Funct.*, 8(1), 15–38. <https://doi.org/10.1039/C6FO01475E>
- DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Estrada-Velasco, B. I., Cruz, M., García-Mena, J., Salgado, A. V., Romero, J. P., Guna Serrano, M. D. L. R., ... Burguete-García, A. I. (2015). La obesidad infantil como consecuencia de la interacción entre firmicutes y el consumo de alimentos con alto contenido energético. *Nutricion Hospitalaria*, 31(3), 1074–1081. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8302>
- FAO. (2018). Crops. Retrieved September 24, 2018, from FAOSTAT website: <http://www.fao.org/faostat/es/>
- Feregrino-Pérez, A. A., Berumen, L. C., García-Alcocer, G., Guevara-Gonzalez, R. G., Ramos-Gomez, M., Reynoso-Camacho, R., ... Loarca-Piña, G. (2008). Composition and chemopreventive effect of polysaccharides from common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on azoxymethane-induced colon cancer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8737–8744. <https://doi.org/10.1021/jf8007162>
- Gaona-Pineda, E. B., Martínez-Tapia, B., Arango-Angarita, A., Valenzuela-Bravo, D., Gómez-Acosta, L. M., Shamah-Levy, T., & Rodríguez-Ramírez, S. (2018). Consumo de grupos de alimentos y factores sociodemográficos en población mexicana. *Salud Pública de México*, 60(3, may-jun), 272. <https://doi.org/10.21149/8803>
- García-Chávez, C. G., Rodríguez-Ramírez, S., Rivera, J. A., Monterrubio-Flores, E., & Tucker, K. L. (2018). Sociodemographic factors are associated with dietary patterns in Mexican schoolchildren. *Public Health Nutrition*, 21(4), 702–710. <https://doi.org/10.1017/S1368980017003299>
- Gertsman, I., & Barshop, B. A. (2018). Promises and pitfalls of untargeted metabolomics. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, 41(3), 355–366. <https://doi.org/10.1007/s10545-017-0130-7>
- Herrera-Cazares, L. A., Hernández-Navarro, F., Ramírez-Jiménez, A. K., Reyes-Vega, M. de la L., Loarca-Piña, G., Morales-Sánchez, E., ... Gaytán-Martínez, M. (2017). Mango-bagasse functional-confectionery: vehicle for enhancing bioaccessibility and permeability of phenolic compounds. *Food & Function*, 8(11), 3906–3916. <https://doi.org/10.1039/CF7FO00873B>
- INSP. (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Retrieved March 5, 2020, from Presentación de Resultados ENSANUT 2018 website: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- Jelalian, E., & Whitney Evans, E. (2017). Behavioral intervention in the treatment of obesity in children and adolescents: Implications for Mexico. *Nutrition Reviews*, 75, 79–84. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw035>
- Kim, H., Krenek, K. A., Fang, C., Minamoto, Y., Markel, M. E., Suchodolski, J. S., ... Mertens-Talcott, S. U. (2018). Polyphenolic derivatives from mango (*Mangifera Indica* L.) modulate fecal microbiome, short-chain fatty acids production and the HDAC1/AMPK/LC3 axis in rats with DSS-induced colitis. *Journal of Functional Foods*, 48, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.07.011>
- Ledesma, N., Nieto, L. A., & Pacheco, L. (2019). Sensory evaluation of 15 mango cultivars in south Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 132.
- McCann, J., Rawls, J., Seed, P., & Armstrong, S. (2017). The Intestinal Microbiome and Childhood Obesity. *Current Pediatrics Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40124-017-0140-9>
- Menni, C., Jackson, M. A., Pallister, T., Steves, C. J., Spector, T. D., & Valdes, A. M. (2017). Gut microbiome diversity and high-fibre intake are related to lower long-term weight gain. *International Journal of Obesity*, 41(7), 1099–1105. <https://doi.org/10.1038/ijo.2017.66>
- Mohammadi, A., Jafari, S. M., Assadpour, E., & Faridi Esfanjani, A. (2016). Nano-encapsulation of olive leaf phenolic compounds through WPC-pectin complexes and evaluating their release rate. *International Journal of Biological Macromolecules*, 82, 816–822. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.10.025>
- NOTIMEX. (2019). Sufren obesidad cerca de 6 mil niños en Querétaro. Retrieved March 6, 2020, from

- Código Querétaro website: <http://codigoqro.mx/2019/10/28/sufren-obesidad-cerca-de-6-mil-ninos-en-queretaro>
- O' Mahony, S. M., Stilling, R. M., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2015). The microbiome and childhood diseases: Focus on brain-gut axis. *Birth Defects Research Part C - Embryo Today: Reviews*, 105(4), 296-313. <https://doi.org/10.1002/bdrc.21118>
- Oomah, B. D., Cardador-Martínez, A., & Loarca-Piña, G. (2005). Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6), 935-942. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2019>
- Ramírez-Jiménez, A. K., Reynoso-Camacho, R., Mendoza-Díaz, S., & Loarca-Piña, G. (2014). Functional and technological potential of dehydrated *Phaseolus vulgaris* L. flours. *Food Chemistry*, 161, 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.008>
- Rein, M. J., Renouf, M., Cruz-Hernandez, C., Actis-Goretta, L., Thakkar, S. K., & da Silva Pinto, M. (2013). Bioavailability of bioactive food compounds: a challenging journey to bioefficacy. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 588-602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04425.x>
- Ríos-Covián, D., Ruas-Madiedo, P., Margolles, A., Gueimonde, M., De los Reyes-Gavilán, C. G., & Salazar, N. (2016). Intestinal short chain fatty acids and their link with diet and human health. *Frontiers in Microbiology*, 7(FEB), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00185>
- Sáyago-Ayerdi, S. G., Zamora-Gasga, V. M., & Venema, K. (2017). Prebiotic effect of predigested mango peel on gut microbiota assessed in a dynamic **in vitro** model of the human colon (TIM-2). *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.024>
- Scott, K. P., Martin, J. C., Duncan, S. H., & Flint, H. J. (2014). Prebiotic stimulation of human colonic butyrate-producing bacteria and bifidobacteria, in vitro. *FEMS Microbiology Ecology*, 87(1), 30-40. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12186>
- Stilling, R. M., van de Wouw, M., Clarke, G., Stanton, C., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2016). The neuropharmacology of butyrate: The bread and butter of the microbiota-gut-brain axis? *Neurochemistry International*, Vol. 99, pp. 110-132. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2016.06.011>
- Thakur, G., Rousseau, D., & Rafanan, R. R. (2013). GELATIN BASED MATRICES FOR DRUG DELIVERY APPLICATIONS. In G. Boran (Ed.), *Gelatin: Production, Applications and Health Implications* (pp. 49-70). Nova Science Publishers, Inc.
- Vitali, B., Ndagijimana, M., Maccaferri, S., Biagi, E., Guerzoni, M. E., & Brigidi, P. (2012). An in vitro evaluation of the effect of probiotics and prebiotics on the metabolic profile of human microbiota. *Anaerobe*, 18(4), 386-391. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2012.04.014>
- Wall Medrano, A., Olivas Aguirre, F. J., Ayala Zavala, J. F., Domínguez Avila, J. A., Gonzalez Aguilar, G. A., Herrera Cazares, L. A., & Gaytan Martinez, M. (2020). Health Benefits of Mango By products. In *Food Wastes and By products* (pp. 159-191). <https://doi.org/10.1002/9781119534167.ch6>
- Wu, Y., Li, X., Xiang, W., Zhu, C., Lin, Z., Wu, Y., ... Yu, J. (2012). Presence of tannins in sorghum grains is conditioned by different natural alleles of Tannin1. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(26), 10281-10286. <https://doi.org/10.1073/pnas.1201700109>
- Zamora-Gasga, V. M., Loarca-Piña, G., Vázquez-Landaverde, P. A., Ortiz-Basurto, R. I., Tovar, J., & Sáyago-Ayerdi, S. G. (2015). *In vitro* colonic fermentation of food ingredients isolated from Agave tequilana Weber var. azul applied on granola bars. *LWT - Food Science and Technology*, 60(2), 766-772. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.032>





MARCADORES PATOGENICOS ASOCIADOS A UN PROCESO DE NEURODEGENERACION CEREBELAR EN UN MODELO EXPERIMENTAL DE ENCEFALOPATIA HEPATICA EN RATAS

PATHOGENIC HALLMARKS ASSOCIATED TO A CEREBELLAR NEURODEGENERATIVE PROCESS IN AN EXPERIMENTAL MODEL OF HEPATIC ENCEPHALOPATHY IN RATS

Mauricio Díaz Muñoz¹, Andrés Quintanar Stephano², Mayra Lizeth López Cervantes¹, Sarael Alcauter Solórzano³.

¹ Departamento de Neurobiología Celular y Molecular, Instituto de Neurobiología, UNAM, campus Juriquilla, 76230 Querétaro, Querétaro

² Departamento de Fisiología y Farmacología, Instituto de Neurobiología, UNAM, campus Juriquilla 76230 Querétaro, Querétaro.

³ Departamento de Neurobiología Conductual y Cognitiva, Instituto de Neurobiología, UNAM, campus Juriquilla, 76230 Querétaro, Querétaro.*

Resumen

Episodios de mal funcionamiento cerebral, o encefalopatía, acompañan frecuentemente padecimientos que cursan con insuficiencia hepática. El hígado enfermo promueve alteraciones metabólicas, como el aumento de amonio circulante, que compromete la actividad neuronal. En este proyecto implementamos un modelo de encefalopatía hepática experimental al practicar una derivación terminal de la vena porta a la vena cava (anastomosis porto-cava, APC) por técnicas microquirúrgicas. Las ratas control se sometieron a una cirugía simulada. Después de 13 semanas de tratamiento, se encontró como principal hallazgo la presencia de una degeneración vacuolar/espongiforme en la capa molecular del cerebelo. Este daño cerebelar se caracterizó de forma histopatológica (por inmunohistoquímica), conductual (por prueba del Rotarod) y metabólica (espectroscopía por RMN). Los resultados mostraron 1) Alteraciones Citológicas: comprenden pérdida de células de Purkinje, alteraciones en astrocitos y glía de Bergmann, y activación microglial; 2) Edema Citotóxico: mostrado por incremento en aquaporina 4, incremento de acetil-aspartato, y disminución de taurina y osmolitos de colina; 3) Trastornos Metabólicos: evidenciados por hiperamonemia, elevación de glutamina, acetil-aspartato, y de creatina/fosfocreatina, así como por incremento en glutamina sintetasa; 4) Presencia del inflammasoma: visto por incremento de NLRP3 y por la activación de la microglía; 5) Deficiencias Motoras: las ratas APC mostraron un equilibrio muy disminuido. La integración de los resultados sugiere que la hiperamonemia causada por la APC promueve un daño cerebelar muy similar al reportado en enfermedades amiloidogénicas. En conclusión, hemos

caracterizado un modelo neurodegenerativo novedoso que podría tener implicaciones relevantes en la fisiopatología cerebelar en situaciones de insuficiencia hepática.

Palabras clave

Encefalopatía hepática, neurodegeneración espongiforme, hiperamonemia, edema, inflamación

Abstract

Episodes of cerebral dysfunction, known as encephalopathy, are usually coincident with liver failure. The primary metabolic marker of liver diseases is the increase of blood ammonia which is the principal factor that promotes neuronal damage. In the present project, we use an experimental model of hepatic encephalopathy by implementing a portacaval anastomosis (PCA) surgery. Sham control rats had a false operation. After 13 weeks of treatment, the more distinctive finding was the presence of a vacuolar/spongiform neurodegeneration observed exclusively in the molecular layer of the cerebellum. This cerebellar damage was characterized by histopathological, behavioral and metabolic approaches. The results were: 1) Cellular alterations, observed by loss of Purkinje cells, alterations in astrocytes and Bergmann glia, and activation of microglia; 2) Cytotoxic Edema, shown by increase in aquaporin 4 and acetylaspargate, and reduction in taurine and choline-derivate osmolites; 3) Metabolic adjustments, noted by elevation of circulating ammonia, enhanced presence of glutamine synthetase, and increase of glutamine and creatine/phosphocreatine; 4) Activation of inflammasome, seen by the elevation of the marker NLRP3 as well as by the

microglial activation; 5) Locomotor deficits, PCA rats showed a clear deficient performance in the Rotarod test. Integration of all these results lead us to the suggestion that metabolic disturbances associated to PCA can generate a particular cerebellar damage that is similar in several aspects to morphophysiological modifications observed in amyloidogenic disorders. In conclusion, we have characterized a novel neurodegenerative process that could be relevant in the cerebellar function in situations of liver failure.

Keywords: Hepatic encephalopathy, spongiform neurodegeneration, hyperammonemia, edema, inflammation

1. Introducción

La encefalopatía hepática (EH) es un trastorno neuropsiquiátrico complejo y multifacético usualmente presente en la enfermedad hepática crónica, aunque también puede presentarse en situaciones de daño agudo y en pacientes con derivación portal [Leise *et al.*, 2014]. Hasta un 70% de los pacientes cirróticos llega a presentar encefalopatía, que puede expresarse desde cambios de personalidad y desorientación, hasta casos más severos como pérdida de memoria, ataxia, estupor y coma [Blei & Córdova, 2001]. En México, las enfermedades digestivas están entre las primeras 5 causas de mortalidad, y los casos de EH asociados a cirrosis alcohólica se han convertido en un problema prioritario para el Sector Salud por los altos costos hospitalarios, el impacto en la calidad de vida de los pacientes y la necesidad de optimizar el diagnóstico temprano y tratamiento de la enfermedad [Guía práctica, IMSS, 2013].

Los mecanismos moleculares y celulares que subyacen a la EH no están dilucidados. Se acepta que la enfermedad implica un manejo deficiente de metabolitos, por el hígado. Entre estos factores, el amonio juega un papel principal [Jurgens, 1997]. El amonio es un catión que se encuentra en equilibrio con el amoniaco. En fluidos biológicos la proporción favorece al amonio. Esta molécula es un intermediario en varias rutas bioquímicas, y su concentración es finamente regulada, ya que el amonio elevado es una toxina celular, principalmente para el sistema nervioso por su alta permeabilidad en la barrera

hematoencefálica. El metabolismo nitrogenado en el hígado está altamente especializado. La zona pericentral del lobulillo hepático expresa la maquinaria metabólica para encausar el nitrógeno hacia la síntesis de urea. Si esta ruta de gran especificidad se ve superada, el amonio es metabolizado hacia la formación de glutamina, que es un sistema de mayor capacidad, en la zona periportal del hígado. En patologías o situaciones de mal funcionamiento hepático, el manejo nitrogenado se ve comprometido, por lo que se favorece un aumento del amonio en la sangre (hiperammonemia), que incide negativamente en el funcionamiento cerebral [Jayakumar & Norenberg, 2108].

Las células del cerebro no tienen ciclo de la urea, por lo que el manejo del amonio es por síntesis de glutamina a través de la glutamina sintetasa, enzima de localización exclusivamente glial. En situaciones de amonio elevado el cerebro sufre alteraciones que comprometen su bioenergética y neurotransmisión. Por ejemplo: a) el equilibrio de la glutamato deshidrogenasa mitocondrial y la glutamina sintetasa se desplaza hacia la formación de glutamina, favoreciendo la reducción del α -cetoglutarato, un intermediario del ciclo de Krebs; b) se genera un ambiente pro-oxidante mitocondrial que compromete la fosforilación oxidativa; c) las alteraciones mitocondriales favorecen un estado pro-inflamatorio; d) el desbalance en el manejo del glutamato glial y neuronal se traduce en disfunción en la transmisión glutamatérgica y GABAérgica. Estas alteraciones bioquímicas y de comunicación celular, usualmente van acompañadas de edema celular, inflamación y muerte celular [Jindal & Jagdish, 2019].

El uso de sistemas experimentales que permitan el estudio de los mecanismos celulares relacionados a procesos patológicos es un imperativo de la investigación biomédica. En el contexto de la EH se han implementado una variedad de acercamientos experimentales que se basan en la implementación de una disfunción hepática y un incremento espontáneo/inducido de amonio [Chamuleau, 1996]. El modelo experimental que utilizamos en el presente estudio es la cirugía conocida como anastomosis porto-cava (APC).

La APC en roedores implica derivar la vena porta, que comunica al duodeno con el hígado, hacia la vena cava inferior. Conlleva que los nutrientes ingeridos en la dieta transiten de forma directa a la circulación sistémica,

sin pasar directamente por el órgano hepático. La APC es un procedimiento aceptado desde hace varias décadas para reproducir un modelo de hipofuncionamiento hepático, que se acompaña de hiperamonemia y de muchas de las manifestaciones de la EH (Lee & Fisher, 1961). Nuestro grupo de trabajo ha sido exitoso utilizando este modelo experimental al publicar un estudio reciente en donde se demostró una reducción en respuestas pro-oxidantes de fracciones subcelulares del hígado, así como un estado hipometabólico asociado a la APC (Vázquez-Martínez *et al.*, 2019).

Un gran porcentaje de la investigación biomédica relacionada con la APC experimental ha estado enfocado en la caracterización de anomalías en la neurotransmisión asociados a las etapas progresivas de la EH, así como la patogenia de alteraciones en las funciones cognitivas, espaciales y motoras (Butterworth, 2016; Malaguarnera *et al.*, 2019). Un aspecto menos explorado son las alteraciones que se manifiestan en zonas cerebrales sensibles cuando la EH se instala por más de 6 semanas.

En este contexto, el objetivo del presente proyecto fue caracterizar marcadores histopatológicos, conductuales y metabólicos del proceso neurodegenerativo espongiiforme que fue detectado en la zona molecular del cerebelo de ratas con APC después de 13 semanas postcirugía. Los hallazgos experimentales indican la existencia de un evento novedoso de daño cerebral que impacta selectivamente la estructura y función del cerebelo, y que se sustenta en alteraciones del metabolismo nitrogenado.

2. Procedimiento experimental

2.1. Animales

Los experimentos se realizaron en ratas Wistar macho, de ~280 g (~8 semanas de edad) al comienzo del experimento. Los animales se separaron y colocaron en jaulas individuales (17x41x20 cm) a temperatura ambiente (~22 °C), y se mantuvieron en un ciclo luz-oscuridad de 12h:12 h (luz encendida a las 08:00 h), acceso a comida y agua *ad libitum*.

2.2. Anastomosis Porto-cava

La APC porta-cava se practicó en ratas Wistar siguiendo el procedimiento descrito por Lee y Fischer (1961). Brevemente, las ratas se sometieron a anestesia

ketamina/xilacina (70 y 8 mg/kg) a una dosis final 10 mL/kg (i.p.), y se realizó una laparotomía para tener acceso a los órganos abdominales. La vena porta se diseccionó y ocluyó, el extremo de la vena porta se conectó a una ventana en la vena cava que previamente se obstruyó con clips quirúrgicos. La APC se finalizó en menos de 20 min para asegurar la sobrevivencia de los sujetos. Las ratas con operación simulada (Sham) fueron sometidas al mismo procedimiento (hasta el uso de los clips quirúrgicos), pero sin cortar ningún vaso sanguíneo. Los animales se mantuvieron en recuperación en cajas con comida y agua *ad-libitum* (2-3 ratas en cada una). La validación por nuestro grupo del modelo de hiperamonemia por APC fue publicada por Vázquez-Martínez *et al.* (2019).

2.3. Histología

Después de 13 semanas de la cirugía, los cerebelos se fijaron en PFA 4% durante 24 h y crio-protegieron en un tren de sacarosa 10 al 30 %. Posteriormente fueron embebidos en Tissue Teck® Leica. El tejido se cortó en un criostato modelo 3050S Leica a 30 µm de grosor y fue montado en portaobjetos electrocargados. Las laminillas fueron destinadas a las diferentes tinciones e inmunomarcas.

2.4. Hematoxilina y Eosina

El tejido fue deshidratado e incrustado en parafina. Se hicieron rebanadas a 6 µm y se tiñeron de acuerdo con el protocolo H&E. Brevemente, se disolvió 1g de hematoxilina en alcohol etílico al 95%, 20 g de sulfato de aluminio y potasio, y luego se hirvió. La hematoxilina es selectiva para material nuclear. La eosina se disolvió en alcohol etílico al 80% y 0.5 mL de ácido acético. La eosina es selectiva para el material citoplasmático. Los portaobjetos se sellaron con solución Entellan® y se analizaron en un microscopio Olympus CX30. Las imágenes fueron evaluadas por un patólogo experto.

2.5. Cuantificación de células de Purkinje

Las imágenes se adquirieron con Imagenscope Leica, Zoom óptico 8x, 10 imágenes representativas por folia cerebelosa (n=5). Se cuantificaron los cuerpos celulares en 3 secciones estándares de 300 µm, trazando una línea a mano alzada, evitando los surcos y giros, siguiendo lo reportado por Louis *et al.*, 2013. Los datos se represen-

taron en densidad lineal (número de células de Purkinje por mm).

2.6. Cuantificación de células de la microglía

Se evaluó el estado de reposo y/o reactivo de la microglía en el cerebelo (IBA-1) mediante el software Image J para Fiji (NIH, USA). El procesamiento de las imágenes implicó convertir las imágenes a binarias y completar el análisis con la función "Skelleton". Los parámetros de número de nodos (número de procesos, puntos de ramificación, se determinaron mediante la prueba de k-mean (2 clusters), tal y como se describe (Davis et al., 2017). Los parámetros celulares se procesaron en MatLab (Versión 7.9.0.529, Mathworks, Inc). Análisis individual (50 células por grupo).

2.7. Inmunofluorescencia

En secciones sagitales de 30 μ m, se hicieron 3 lavados de 10 min con PBS 1x, pH 7.4. Se bloquearon con PBS1x, 0.3% de Tritón 100x, 5% de Suero Normal de Cabra). Se utilizó el marcador de glía anti-GFAP (conejo 1:1000; Abcam, ab7260) y para microglía, anti-IBA-1 (conejo 1:1000, Abcam; ab 5076). Las muestras se lavaron con PBS 3 veces 5 min y se revelaron con anti-Alexa 488 (conejo). Los núcleos fueron teñidos con yoduro de propidio, dilución 1:1000 + RNasa A 1:1000 por 15 min. El montaje se realizó con la solución vectashield. La inflamación y el edema cerebral se evaluaron por inmunofluorescencia. Se utilizó el marcador contra inflamación anti-NLRP3 (conejo 1:50; NOVUS, NBP1-77080), y para Aquaporina 4, el anti-AQP4 (conejo 1:200; Alomone Labs, 249-323). Metabolismo del amonio con anticuerpo para glutamina sintetasa (ratón1:300; Milipore, MAB302). Los datos se representan en unidades arbitrarias de fluorescencia (UAF). Se tomaron 10 imágenes representativas por laminillas. Todas las imágenes fueron tomadas con microscopía confocal Zeiss LSM 780 DUO; en GFP ($\lambda= 488$) y RGP ($\lambda= 561$).

2.8. Rotarod

Se evaluó la coordinación motora mediante la prueba de rodillo rotatorio "rotarod". Las ratas control y experimentales (n=8) cumplieron con un protocolo de habituación colocándolas en el cilindro a una velocidad constante de 10 rpm durante 60 s (4 ensayos por día/4 días). El protocolo de prueba consistió en colocar a las ratas en el cilindro, en aceleración (4 a 40 rpm), durante

60 s (4 ensayos por día/4 días) y registrar el tiempo de caída. Rotarod serie 8, IITC Life Science Inc. 23924 Victory Blvd Woodland Hills, CA 91367.

2.9. Espectroscopía por Resonancia Magnética

Se utilizó un equipo de resonancia magnética Bruker Pharmascan 70/16US de 7 Teslas (Bruker Biospin MRI GmbH, Alemania. Se adquirieron imágenes en tres proyecciones para identificar la posición del cerebelo dentro del equipo. Posterior a un procedimiento de homogenización del campo magnético, se utilizó una secuencia PRESS (Point-RESolved Spectroscopy) para ^1H , con tiempo de repetición de 2500 ms, tiempo de eco de 16 ms, y 256 adquisiciones en total para disminuir el efecto del ruido. Los datos de espectroscopía se obtuvieron de un voxel de dimensiones $7 \times 3 \times 3.3 \text{ mm}^3$, ubicado en el cerebelo dorsal, el tiempo de adquisición de espectroscopía fue de 10.44 min. Los datos de espectroscopía se analizaron en el espacio de las frecuencias utilizando el software "Linear Combination of Model spectra" (LCModel) (Provencher, 2001). Se utilizó una base de modelos de señal para cada metabolito y la concentración final se estimó tomando como referencia la señal del agua obtenida del mismo volumen de interés. Se analizaron las concentraciones de los metabolitos cuya cota inferior de Cramer-Rao para la varianza del ajuste no sobrepasó un valor del 20%.

2.10. Análisis Estadístico

La cuantificación de fluorescencia se realizó mediante el software Image J versión fiji. Los datos se analizaron mediante una prueba t de Student y se presentan como media \pm error estándar. Se consideró el resultado estadísticamente significativo con un umbral de significancia establecido en $p < 0.05$. Para la prueba del Rotarod se utilizó una prueba ANOVA de comparación múltiple utilizando la prueba Tukey (16 familias, 10 comparaciones por familia), con intervalos de confianza del 95%. Software: los análisis estadísticos se hicieron con GraphPad Prism 5; los gráficos se realizaron con SigmaPlot 5.0 y 10.0 para Windows.

3. Resultados

El grupo APC presentó después de 13 semanas de la cirugía una disminución significativa (35%) en la relación entre el tamaño del hígado y el peso corporal, así como niveles incrementados (95%) de amonio circulante

[Vázquez-Martínez *et al.*, 2019]. Ambas condiciones validan la correcta implementación y la efectividad del modelo experimental.

3.1. Degeneración espongiiforme

Análisis histológico del tejido cerebral mostró que en el ~90% de los sujetos examinados se presentó una degeneración

vacuolar en la zona molecular del cerebelo, con un aspecto espongiiforme característico (Figura 1). Estas vacuolas se extendieron por el eje longitudinal presentando diversos tamaños, sugiriendo estados variables de agregación. Además de las vacuolas en el cerebelo, se observaron astrocitos Alzheimer tipo II, ya reportados en modelos hiperamonémicos (resultados no mostrados).

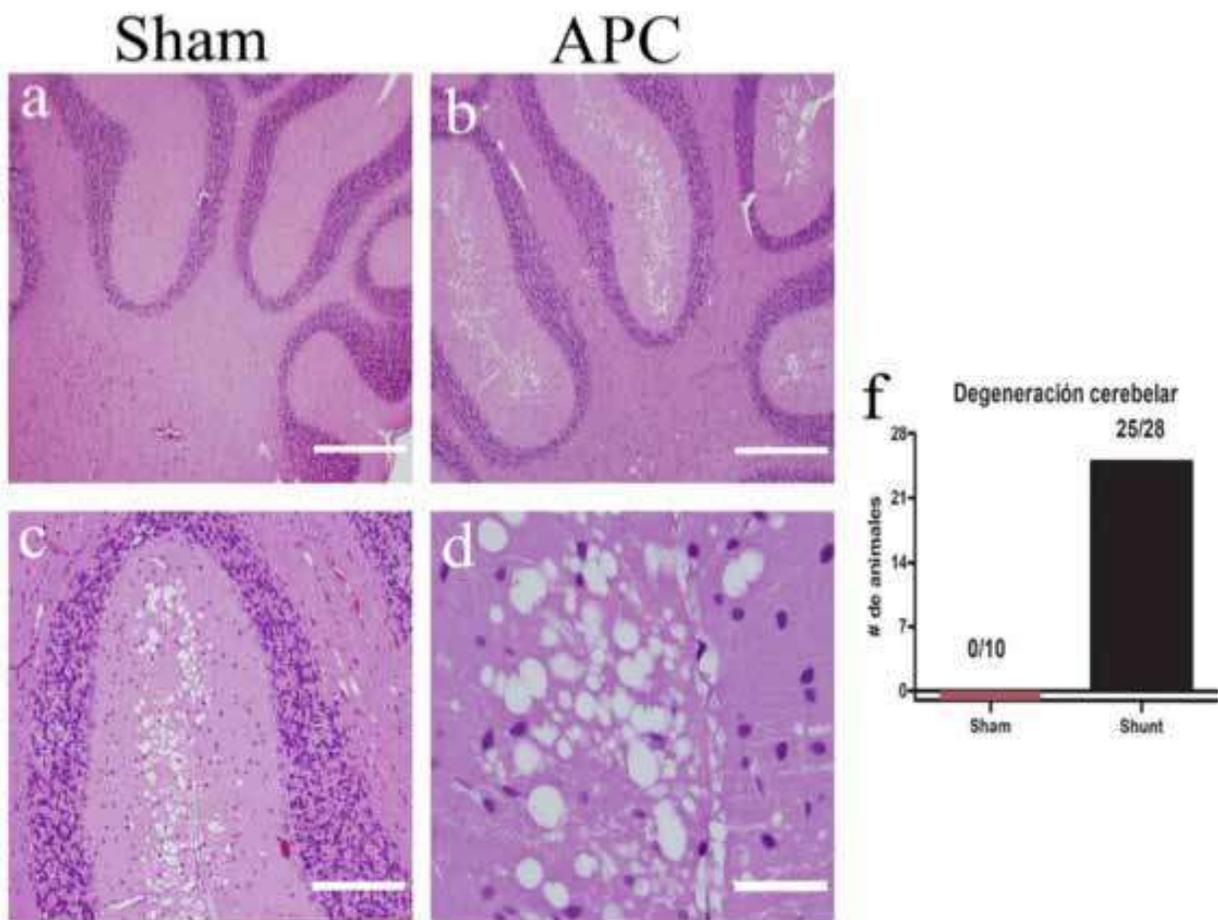


Figura 1. Degeneración en cerebelo, ratas PCA 13 semanas post cirugía. Tinción de Hematoxilina ξ Eosina [H&E]. Panel a) corte sagital de cerebelo de una rata sham, objetivo 10x. b) corte sagital de una rata PCA, objetivo 10x. c) vacuolas en la capa molecular del cerebelo, objetivo 25x. d) imagen representativa del daño en la capa molecular de una rata PCA, objetivo 40 x. f) cuantificación de la presencia del daño en cerebelos de ratas PCA. Escala [barra= 100 μ m].

3.2. Alteraciones citológicas

Para caracterizar de manera histopatológica los cambios celulares que acompañaban el proceso espongiiforme del cerebelo, se procedió a cuantificar las células de Purkinje, y a través de marcadores específicos, el estado de las células gliales (astrocitos y glía de Bergmann) y de la microglía. La cuantificación en cortes histológicos de cerebelo de densidad lineal en la capa Purkinje de ratas Sham reveló una continuidad celular delimitando la capa

molecular y la capa granular del cerebelo. La morfología de las células de Purkinje mostró un contorno normal, sin percibirse alteraciones en la forma de los núcleos y organelos. En contraste, las ratas APC evidenciaron una disminución significativa de estas neuronas (~46%); una inspección detallada de las células de Purkinje presentes reveló daños estructurales principalmente por pleomorfismo celular, hinchamiento nuclear y vacuolización intracelular (Figura 2).

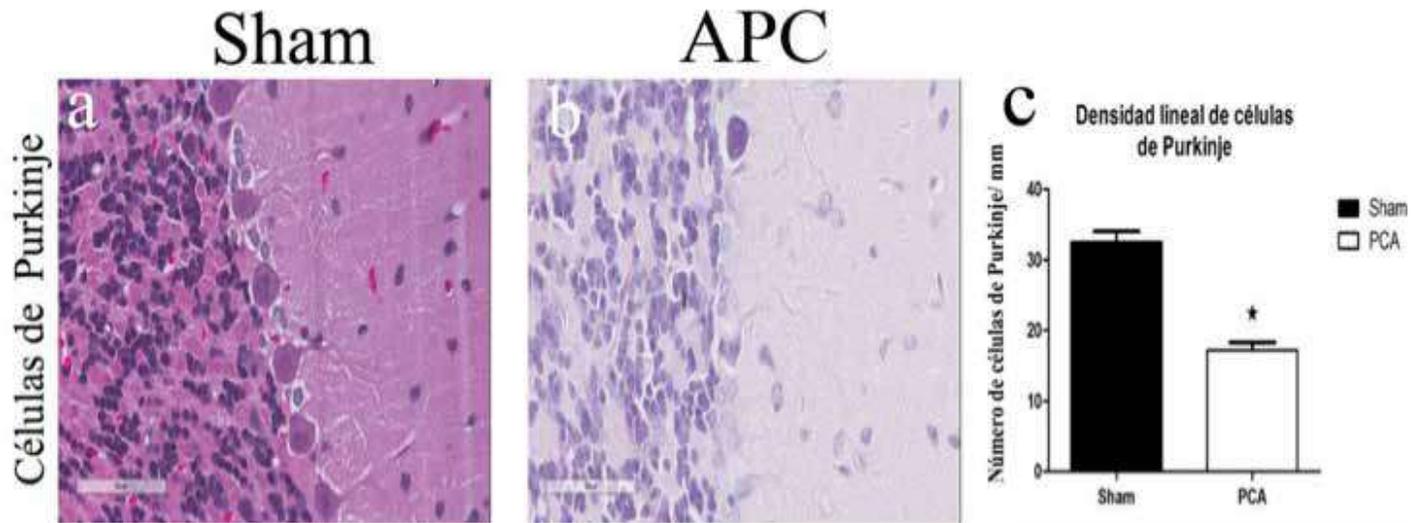


Figura 2. Pérdida de neuronas Purkinje en cerebelo, ratas PCA 13 semanas post cirugía. Panel a) sección de un corte sagital de cerebelo de una rata sham, representación de la capa Purkinje. b) sección de un corte sagital de una rata PCA. [Barras paralelas representan la capa Purkinje]. c) cuantificación de densidad lineal de neuronas Purkinje. Significancia representada (*), prueba t; $P < 0.005$. Tinción H & E. Zoom óptico de 8x, escala [barra= 60 μ m].

Utilizando un anticuerpo contra GFAP (glial fibrillary acidic protein) se marcó de manera específica astrocitos y glía de Bergmann de las capas molecular y granular del cerebelo. Aunque no se observó cambios en la inmunoreactividad contra GFAP al comparar las ratas Sham y APC, se

detectó en los animales hiperamonémicos un evidente desarreglo en los procesos de la glía de Bergman además del hinchamiento de los pies perivascuales de los astrocitos que están en contacto con las células endimarias en la capa molecular del cerebelo (Figura 3)

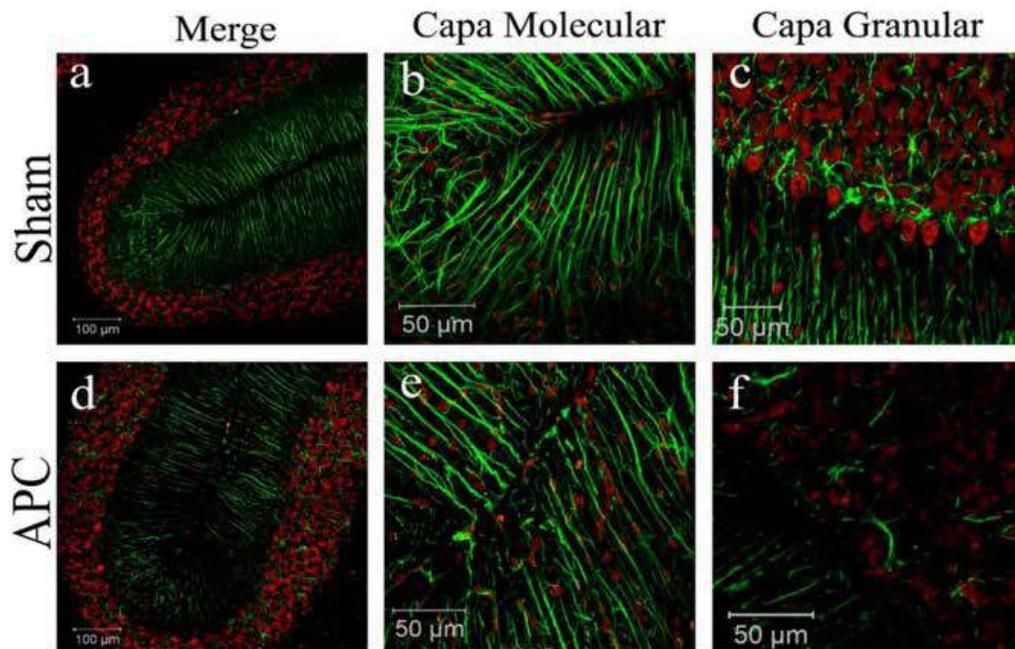


Figura 3. Inmunofluorescencia del marcador GFAP en la capa molecular y granular en cerebelo, ratas APC 13 semanas post cirugía. Arriba cerebelo ratas Sham. Panel a) Corteza de cerebelo, b) capa molecular, c) capa granular. Abajo ratas APC. d) corteza del cerebelo, e) capa molecular, f) capa granular. En verde GFAP, rojo Yoduro de propidio, núcleos. [a y d) Tilescan 2 * 2 tomada en confocal, objetivo 25x. (b-f) proyección en Z- stack de 5 μ m en cortes de cerebelo, objetivo 25x.

Para evaluar el estado de activación de la microglía, cortes de cerebelo se inmuno-marcaron contra la molécula adaptadora de unión a calcio ionizado 1, por sus siglas en inglés IBA-1. En cortes de ratas Sham se observó células de microglía en estado de reposo, es decir, con sus procesos alargados y ramificados; en

contraste, la microglía en las ratas APC mostraron una morfología característica de estado reactivo, es decir, con clara retracción de los procesos, y además de una dispersión de células IBA-1 positivas a través de las capas de la corteza de cerebelo [Figura 4].

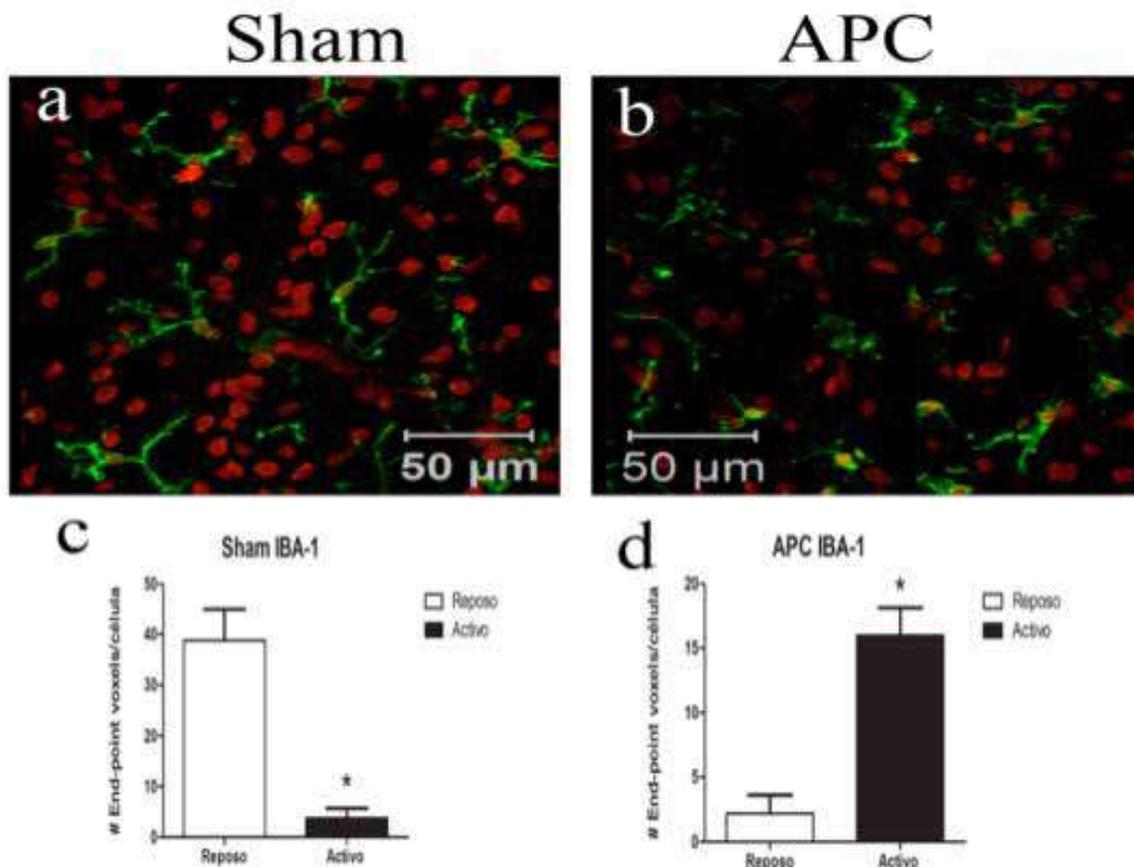


Figura 4. Evaluación del estado en reposo/reactivo de la microglía (IBA-1) en cortes sagitales de la corteza del cerebelo, ratas PCA. Arriba Panel a) Células IBA-1 positivo en Sham; microglía en reposo. b) Células IBA-1 positivo en APC, microglía ameboidea. Abajo (c y d) Estado en reposo/activo, cuantificación del número de puntos finales (voxel) expresado como End-point voxel de 50 células por grupo (n= 7). En verde IBA-1 marcador de microglía. En rojo yoduro de propidio, marcador de núcleos. Imágenes vistas por microscopia confocal, proyección en Z, stack corte óptico de 5 µm, objetivo 25x.

3.3. Adaptaciones metabólicas e hídricas

La caracterización de los cerebelos afectados después de 13 semanas de la APC también incluyó la inmunohistoquímica de la principal enzima encargada del metabolismo del amonio cerebral, la glutamina sintetasa de localización glial. En las ratas Sham se observó una

señal discreta en la capa molecular del cerebelo y casi inexistente en la capa granular. El principal cambio detectado en las ratas APC fue un incremento de ~97% en la presencia de esta enzima, principalmente en la capa molecular, pero también apreciable en la capa granular [Figura 5].

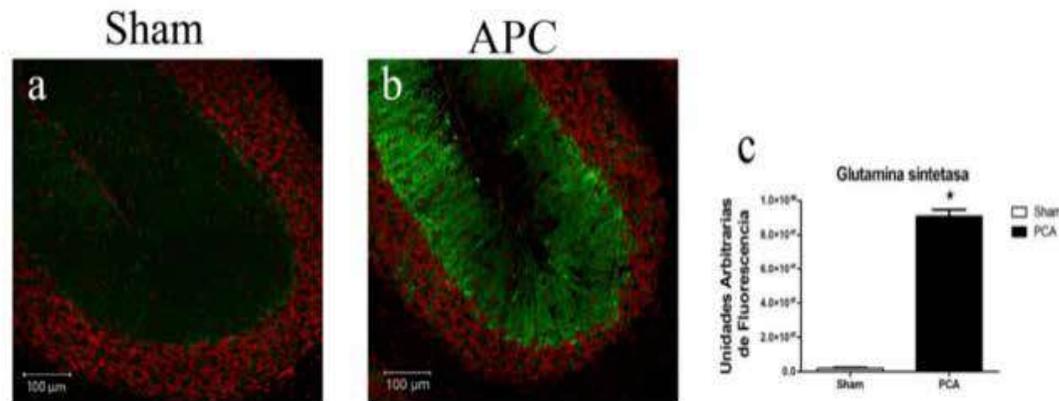


Figura 5. Inmunoreactividad contra GS en secciones sagitales de cerebelo a las 13 semanas post cirugía. Panel a) GS positivo en rata sham. b) GS positivo en rata APC. c) Cuantificación de densidad de fluorescencia del marcador GS. En verde GS marcador de la enzima glutamina sintetasa. En rojo yoduro de propidio, marcador de núcleos. Tilescan 2 * 2, microscopia confocal, objetivo 25x. Significancia representada (*), prueba t, valor de P <0.005.

El manejo alterado de amonio en el cerebro se acompaña de desequilibrios celulares y compartimentales en el manejo del agua, lo que resulta en el establecimiento de edema que usualmente es citotóxico. Como marcador de esta condición, se llevó a cabo una inmuno-detección del canal de agua aquaporina 4. Los cerebelos de las ratas Sham mostraron una señal definida en la parte media de la capa molecular. En contraste,

los animales APC incrementaron hasta 6 veces la presencia de aquaporina 4 en la capa molecular, pero extendiendo su ubicación también en la capa granular del cerebelo. Análisis más detallado de esta presencia incrementada mostró estructuras filiformes que atraviesan la capa molecular e incursionan en la capa granular, así como marcaje de aquaporina 4 (AQP -4) en células ependimales (Figura 6).

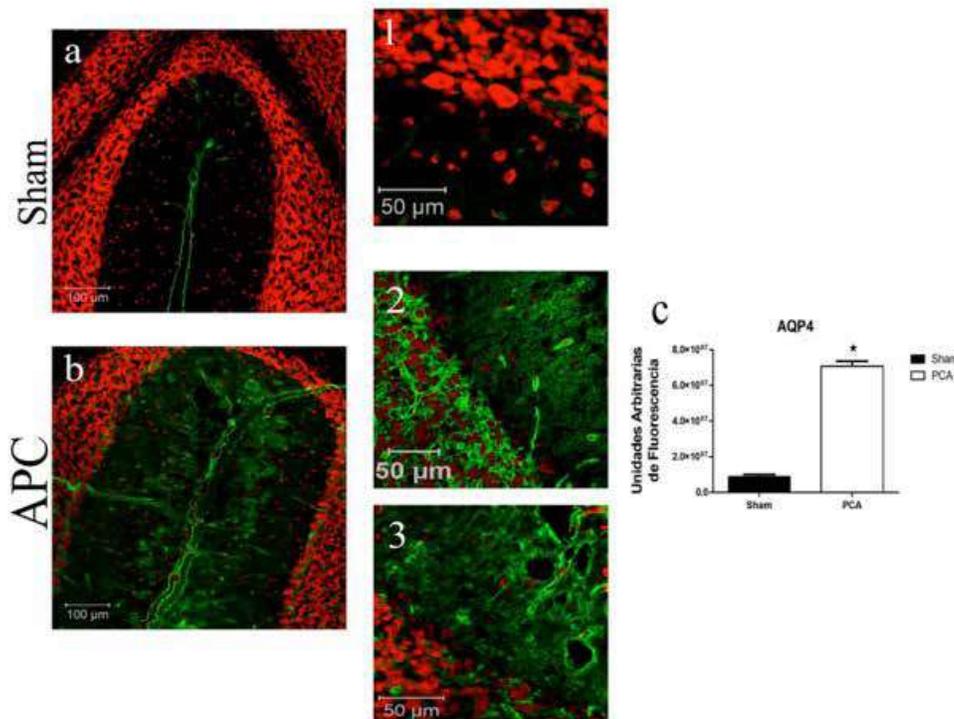


Figura 6. Inmunoreactividad de AQP 4 en cerebelo ratas APC a las 13 semanas post cirugía. Panel a) Marcador AQP 4 en rata sham; 1) Acercamiento (crop 1.8) de la capa molecular, granular y Purkinje. b) Marcador AQP 4 en rata PCA; 2) Capa molecular (crop 1.8, proyección en Z stack). 3) Capa molecular, enfoque en las células ependimarias (crop 1.8). c) cuantificación de densidad de fluorescencia AQP 4. Significancia representada (*), prueba t, valor de P <0.005. En verde AQP 4; rojo Yoduro de propidio núcleos (a y b), Tilescan 2 * 2 tomada en confocal, objetivo 25x. (Proyección en Z-stack de 5 µm).

3.4. Inflamasoma

La activación del proceso inflamatorio se monitoreó por la presencia del marcador NLRP3. En las ratas Sham se observó una señal discreta principalmente en la capa molecular. Los cerebelos de las ratas APC mostraron una

clara elevación del marcaje, pero el principal cambio en las ratas hiperamonémicas fue un incremento en la densidad de la señal en el citoplasma de ciertas poblaciones celulares, muy probablemente astrocitos (Figura 7).

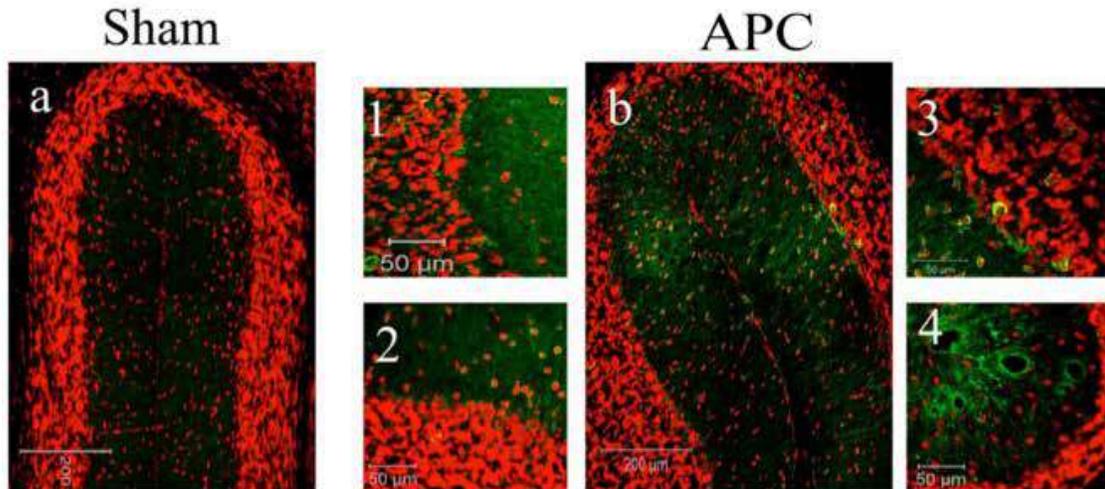


Figura 7. Inmunoreactividad de NLRP3 en cerebelo ratas APC a las 13 semanas post cirugía. Panel a) Marcador NLRP3 en rata sham; b) Inmunoreactividad de NLRP3 en rata APC. 1) Inflamasomas en la capa granular (crop 1.8). 2) Inmunoreactividad en la periferia de células residentes de capa molecular (crop 1.8). 3) Capa granular, inflamasoma (crop 1.8). 4) Inmunoreactividad de NLRP3 en el daño vacuolar del cerebelo. En verde NLRP3; rojo Yoduro de propidio núcleos. Tilescan 2 * 2 tomada en confocal, objetivo 25x.

3.5. Evaluación de la coordinación motora

Una de las principales funciones que se le atribuyen al cerebelo es la del control del equilibrio corporal, tono muscular, y la planeación e iniciación de movimientos discretos en las extremidades (Shiotzuki et al., 2010). La prueba de rotarod descartó alguna posible lesión en ratas Sham (Figura 8, círculos grises). Ratas sin procedimiento quirúrgico mostraron una mejora en su desempeño a lo largo

de la prueba (círculos negros). A las 3 semanas postcirugía, las ratas APC mostraron un déficit inicial en la prueba que eventualmente fue superado por aprendizaje hasta alcanzar niveles normales. A las 6 semanas (círculos verdes), en las ratas APC se observó una reducción total en el desempeño motor con respecto a los controles; además es evidente una falta de aprendizaje. El desempeño de ratas APC de 6 y 13 semanas (círculos rojos) de tratamiento fue similar.

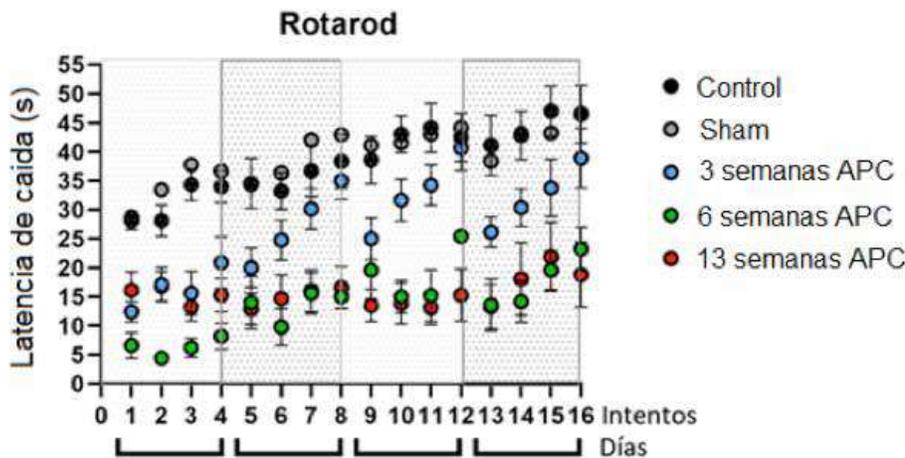


Figura 8. Coordinación motora “Rotarod”. Esquema representativo del desempeño temporal en la coordinación motora en ratas APC 3 semanas (círculos azules), 6 semanas (círculos verdes), 13 semanas (círculos rojos) vs controles (ratas sanas, negro) y Sham (cirugía placebo, gris).

3.6. Metabolitos en cerebelo

Tabla 1. Niveles de metabolitos cerebelares cuantificados por medio de Espectroscopía de Resonancia Magnética Nuclear. Los metabolitos mostrados son los que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, calculadas con una prueba de t de student ($p < 0.05$). a = diferencia por tratamiento; b = diferencia por tiempo. Los datos están expresados en Unidades Institucionales, y son el producto de 32 observaciones independientes.

Metabolitos												
Grupo	Gln (glutamina)		GSH (glutación)		NAA (N-acetilaspart		Tau (Taurina)		GPC+PCh (metab colina)		Cr+PCr (creatina)	
	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error
Sham 6	6.8	0.4	2.6	0.1	11.1	0.5	5.7	0.3	2.8	0.1	16.6	0.5
APC 6	4.8	0.3 ^a	2.6	0.4	12.7	0.6	5.7	0.3	2.8	0.2	16.6	0.9
Sham 13	23.5	2.2 ^b	5.1	0.3 ^b	9.9	0.1	4.1	0.3 ^b	2.0	0.4	15.4	1.1
APC 13	37.5	5.5 ^{a,b}	5.8	0.3 ^b	14.1	1.4 ^a	0.9	0.9 ^{a,b}	0.4	0.2 ^{a,b}	23.2	1.3 ^{a,b}

4. Discusión

El bloque de datos experimentales de este proyecto es un compendio interdisciplinario que abarca enfoques histopatológicos, conductuales y metabólicos. Amalgama técnicas analíticas complementarias como: 1) la inmunohistoquímica, que permite la identificación y la ubicación anatómica de las proteínas de interés, 2) pruebas etológicas como el rotarod, que es una prueba ampliamente aceptada para evaluar el funcionamiento cerebelar [Shiotzuki et al., 2010], 3) la espectroscopía por RMN que funciona para cuantificar en condiciones in vivo, la presencia de metabolitos de importancia metabólica y marcadores bioquímicos indicadores de pérdida de integridad celular.

En este trabajo se implementó un modelo experimental de EH en roedores, al efectuar una técnica quirúrgica de alta complejidad como lo es la anastomosis porto-cava. Nuestros experimentos se centraron en estudiar los cambios cerebelares, ya que sólo esa parte del cerebro se vio particularmente afectada. En un reporte previo, ya se había caracterizado un daño cerebelar en un modelo de APC, pero con tratamientos agudos de lipopolisacárido [García-Lezana et al., 2017]. Por lo tanto, el presente protocolo es la primera vez que un proceso neurodegenerativo espontáneo y privativo del cerebelo se estudia de manera sistemática en ratas

con APC. El daño cerebelar que encontramos fue de naturaleza espongiiforme, presentando una vacuolización característica, por lo que recuerda a las enfermedades relacionadas con patologías cerebrales amiloides. Este resultado histopatológico se vuelve de gran interés biomédico, ya que la degeneración espongiiforme no se había ligado con anterioridad a perturbaciones metabólicas, como las asociadas a la hiperamonemia.

4.1. Daño celular

Los circuitos neuronales del cerebelo se conservan en vertebrados a lo largo de la escala filogenética (desde lampreas hasta cetáceos), y despliegan propiedades integrativas únicas que capacitan la integración sensoriomotora y la coordinación motriz con una alta precisión temporal [Kistler y De Zeeuw, 2002]. De manera consistente, las ratas APC presentaron vacuolas de tamaños diversos, posiblemente indicando grados de agregación, en la línea media de la capa molecular del cerebelo. Esta alteración celular es característica de lesiones observadas en cerebros de organismos con patologías amiloides, como las asociadas con priones, proteína β -amiloide, tau y α -sinucleína [McAllister et al., 2020]. Desde una perspectiva de investigación básica este hallazgo conlleva interesantes implicaciones, ya que la relación entre amiloidopatías y desequilibrios

metabólicos, como los asociados a la EH, sólo se han reportado en la Enfermedad de Alzheimer (Zhou et al., 2018). Esta posibilidad, será explorada por nuestro grupo en un proyecto colateral a través de una colaboración internacional en un futuro cercano.

En paralelo a la presencia de vesículas, nuestro estudio detectó alteraciones en todos los tipos celulares del cerebelo: a) pérdida significativa de células de Purkinje, siendo estas células la principal vía eferente encargada del control motor del cerebelo; 2) modificaciones morfológicas en la glía de Bergmann, que son astrocitos especializados, principalmente en las fibras radiales que se extienden en el plano parasagital y en las ramificaciones laterales que son zonas enriquecidas en contactos neurona-glía ; 3) se detectaron astrocitos Alzheimer tipo II, con núcleo aumentado y morfología alargada; 4) en el número y estado de activación de la microglía, lo que sugiere el desencadenamiento de un proceso proinflamatorio.

4.2. Alteraciones metabólicas y funcionales

Exploramos con especial interés la presencia de la glutamina sintetasa glial, ya que esta enzima es la forma principal de encausar el metabolismo del amonio elevado en el sistema nervioso para evitar su toxicidad. El indiscutible y claro aumento de esta enzima en la zona molecular del cerebelo de las ratas APC reafirma la hiperamonemia alcanzada en nuestro sistema experimental, pero al mismo tiempo conlleva otras implicaciones: a) desequilibrio en el metabolismo energético, ya que el amonio aumentado desplaza el balance entre el glutamato y la glutamina (en glía), pero también el balance entre el α -cetoglutarato y el glutamato (en glía y neuronas), por lo que de forma neta el intermediario del ciclo de Krebs es sustraído de la mitocondria por medio de esta reacción cataplerótica; b) la pérdida de α -cetoglutarato mitocondrial comentada en el punto anterior, implica otro desbalance metabólico, ya que se activa una reacción de transaminación que convierte el glutamato en α -cetoglutarato, pero al hacerlo el oxaloacetato (otro intermediario del ciclo de Krebs) se transforma en aspartato; el aspartato hace reacción con acetil-CoA y forma N-acetilaspártato (NAA), metabolito que se vio incrementado en los experimentos de espectroscopía por RMN; c) la mitocondria se ve además afectada por las reacciones pro-oxidantes generadas por el amonio (Rama et al., 2005); d) a nivel bioenergético, otro

parámetro que indica un ajuste del sistema cerebelar es la elevación de Creatina+Fosfocreatina (cuantificado por espectroscopía de RMN) en las ratas APC (13 semanas) que sugiere una modificación del potencial fosforilante de las células del cerebelo.

A nivel funcional, el experimento del Rotarod dejó en evidencia que las ratas APC presentan problemas severos de función cerebelar y de coordinación motora. Este resultado también implica que: a) El déficit en capacidad de equilibrio se instala paulatinamente, ya que los animales con 3 semanas de APC desempeñan la prueba de manera adecuada, aunque de forma retardada; b) el despliegue de la conducta se pierde desde la 6ta semana después de la cirugía, lo que implica que el daño cerebelar es ya limitante para la función cerebelar desde tiempos. Nuestro grupo de trabajo ha iniciado experimentos complementarios para explorar de manera longitudinal la forma en que se van instalando las alteraciones histopatológicas y metabólicas en las ratas con la cirugía experimental.

4.3. Patogenia

Los datos obtenidos indican al menos 2 procesos patogénicos activos en el daño cerebelar de las ratas APC: edema e inflamación. El edema es un desequilibrio hídrico que afecta la morfofisiología celular. El incremento tan notorio de aquaporina 4, la disminución significativa de taurina (uno de los principales osmolitos celulares) y de metabolitos derivados de colina, sugieren fuertemente la presencia de un edema citotóxico, aunque no descartamos que también pudiera instalarse un edema vasogénico. Los problemas osmóticos que se asocian al edema comprometen la compartimentalización celular y el flujo de metabolitos necesario para el buen funcionamiento de las redes metabólicas. Por otro lado, la inflamación es parte de una respuesta biológica compleja que el sistema despliega ante una situación de daño celular. En la respuesta inflamatoria es clave la participación de células inmunitarias, que en el cerebro están representadas por la microglía. Nuestros hallazgos demostraron fehacientemente que la microglía de las ratas APC estaba notoriamente reactiva en comparación a las ratas Sham, y que el marcador NLRP3 estaba incrementado. Estos datos indican que el daño esponjiforme en la capa molecular del cerebelo está acompañado de un proceso

inflamatorio activo. Como una de las etapas finales de la inflamación, es la presencia de una forma especializada de muerte celular denominada piroptosis, experimentos futuros de nuestro grupo, buscarán confirmar muerte piroptótica en las células cerebelares de las ratas APC.

Conclusión

Aunque este trabajo no implica un beneficio económico inmediato para el Estado de Querétaro o el país, es importante reconocer que implica beneficios sociales y culturales de gran valía, en la medida en que la investigación básica de alta calidad es pilar para el desarrollo científico de nuestra sociedad. Ciertamente, México necesita una actividad científica bien sustentada, de proyección internacional y de arraigo entre las nuevas generaciones. El quehacer científico es uno de los elementos clave para que los países emergentes aspiren a ser más competitivos y tener mejores perspectivas de desarrollo social y cultural. En el caso particular del presente proyecto, hemos implementado un proyecto de gran interés en el contexto de la ciencia básica, con muchas ramificaciones todavía por explotar, y explotando un modelo que nos permite entender mejor los mecanismos celulares que se asocian a un problema grave en la población mexicana, como lo es el daño cerebral que acompaña la deficiencia hepática.

Resumen curricular

Biol. Mayra Lizeth López Cervantes

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Baja California. Adscrita al laboratorio de Fisiología Celular del INB, de la UNAM. Estudia los mecanismos celulares implicados en diversos procesos fisiopatológicos.

Dr. Andrés Quintanar Stephano

Departamento de Fisiología y Farmacología Universidad Autónoma de Aguascalientes Estudió la licenciatura en Medicina en la UNAM, la Maestría en Fisiología y Biofísica en el CINVESTAV y el Doctorado en Ciencias Fisiológicas en la UNAM. Estancia en la Universidad de Toronto, en Canadá. Trabaja en el Depto. de Fisiología y Farmacología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Fisiólogo, SNI II. Ha hecho

contribuciones significativas en la caracterización de las funciones no canónicas de la vasopresina.

Dr. Sarael Alcauter Solórzano

Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas por la UMSNH. Realizó una Maestría en Física Médica en la UNAM y el Doctorado en Ciencias Biomédicas también de la UNAM. Estancia posdoctoral en la Universidad de Carolina del Norte. Investigador Titular A, SNI II, experto en estudios del desarrollo estructural y cerebral del cerebro. Adscrito al Depto. de Neurobiología Conductual y cognitiva del INB, UNAM.

Dr. Mauricio Díaz Muñoz

Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias, Maestría y Doctorado en Investigación Biomedica Básica, todos los estudios en la UNAM. Estancias posdoctorales en Baylor College y UCSD. Investigador Titular C, SNI III, experiencia en modelos fisiopatológicos del hígado. Adscrito al Depto. de Neurobiología Celular y Molecular del INB, UNAM.

Referencias bibliográficas

- Blei, A.T., Córdoba, J. [2001]. Hepatic encephalopathy. *American Journal of Gastroenterology*, 96(7), 1968-1976.
- Butterworth, R.F. [2016]. Pathogenesis of hepatic encephalopathy in cirrhosis: the concept of synergism revisited. *Metabolism and Brain Disease*, 31(6), 1211-1215.
- Chamuleau, R.A. [1996]. Animal models of hepatic encephalopathy. *Seminar in Liver Disease*, 16(3), 265-270.
- Davis, B.M., Salinas-Navarro, M., Cordeiro, M.F., Moons, L., & Groef, L.De. [2017]. Characterizing microglia activation: A spatial statistics approach to maximize information extraction. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12.
- García-Lezana, T., Oria, M., Romero-Giménez, J., Bové, J., Vila, M., Genescà, J., ...Córdoba J. [2017]. Cerebellar neurodegeneration in a new rat model of episodic hepatic encephalopathy. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 37(3), 927-937.
- Guía de Práctica Clínica. Diagnóstico y Tratamiento de Encefalopatía en el Adulto. México: Instituto Mexicano del Seguro Social, 2013
- Jayakumar, A.R., Norenberg, M.D. [2018]. Hyperammonemia

- in hepatic encephalopathy. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, 8(3), 272-280.
- Jindal, A., Jagdish, R.K. (2019). Sarcopenia: ammonia metabolism and hepatic encephalopathy. *Clinical and Molecular Hepatology*, 25(3), 270-279.
- Jurgens, P. (1997). New aspects of etiology, biochemistry and therapy of portal systemic encephalopathy: a critical survey. *Nutrition*, 13(6), 560-570.
- Kistler, W.M., and De Zeeuw, C.I. (2002). Dynamical working memory and timed responses: the role of reverberating loops in the olivo-cerebellar system. *Neural Computation*, 14, 2597-2626.
- Lee, S.H., Fisher, B. (1961). Portacaval shunt in the rat. *Surgery*, 50, 668-672.
- Leise, M.D., Poterucha, J.J., Kamath, P.S., Kim, W.R. (2014). Management of hepatic encephalopathy in the hospital. *Mayo Clinic Procedures*, 82(9), 241-253.
- Louis, E.D., Babij, R., Lee, M., Cortés, E. y Vonsattel, J.P.G. (2013). Quantification of cerebellar hemispheric purkinje cell linear density: 32 ET cases versus 16 controls. *Movement Disorders*, 28(13), 1854-1859.
- Malaguarnera, M., Llansola, M., Balzano, T., Gómez-Giménez, B., Antúnez-Muñoz, C., Martínez-Alarcón, N., ... Felipo V. Bicuculline reduces neuroinflammation in hippocampus and improves spatial learning and anxiety in hyperammonemic rats. Role of glutamate receptors. *Frontiers in Pharmacology*, 2019 Feb 25;10:132.
- McAllister, B.B., Lacoursiere, S.G., Sutherland, R.J., Mohajerani, M.H. (2020). Intracerebral seeding of amyloid- β and tau pathology in mice: Factors underlying prion-like spreading and comparisons with α -synuclein. *Neuroscience Behavioral Reviews*, 112, 1-27.
- Provencher S.W. (2001). Automatic quantitation of localized in vivo 1H spectra with LC model. *NMR Biomedicine*, 14, 260-264.
- Rama Rao, K.V., Jayakumar, A.R., Norenberg, M.D. (2005). Role of oxidative stresses in the ammonia-induced mitochondrial permeability transition in cultured astrocytes. *Neurochemical International*, 47(1-2), 31-38.
- Shiotsuki, H., Yoshimi, K., Shimo, Y., Funayama, M., Takamatsu, Y., Ikeda, K., ... Hattori, N. (2010). A rotarod test for evaluation of motor skill learning. *Journal of Neuroscience Methods*, 189(2), 180-185.
- Vázquez-Martínez, O., Valente-Godínez, H., Quintanar-Stephano, A., Gasca-Martínez, D., López-Cervantes, M.L., Palma-Tirado, L., ...Díaz-Muñoz, M. Reduced liver lipid peroxidation in subcellular fractions is associated with a hypometabolic state in rats with portacaval anastomosis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019 Feb 21;2019:4565238.
- Zhou, Q., Zheng, H., Chen, J., Li, C., Du, Y., Xia, H., Gao, H. (2018). Metabolic fate of glucose in the brain of APP/PS1 transgenic mice at 10 months of age: a ^{13}C NMR metabolomic study. *Metabolism and Brain Disease*, 33(5), 1661-1668.





FITOTOPONÍMIA HÑÄHÑU': HUELLA LINGÜÍSTICA DE LA HISTORIA DE LOS OTOMÍES

HÑÄHÑU' PHYTOTOPONYMY: LINGUISTIC FOOTPRINT OF THE HISTORY OF THE OTOMIES

Roberto Aurelio Núñez López ^{1*}, Ewald Hekking ²

¹ Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro Campus Amealco, Carretera Amealco-Temascalcingo Km 1. C.P. 76850, Amealco, Querétaro;

² Facultad de Filosofía, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. 16 de Septiembre 57, Centro Histórico, Querétaro, Querétaro, México, C.P. 76000.

* Autor de correspondencia, correo: ndahiz2010@yahoo.com

Resumen

Las plantas son muy importantes para los ñähñus y en general para todos los pueblos indígenas. Con frecuencia son referentes para denominar el espacio geográfico que habitan. De esta manera, los árboles, arbustos, plantas acuáticas, desérticas, hierbas, plantas silvestres o cultivadas, abundantes o simbólicas, son elementos distintivos en los topónimos de sus localidades. A este campo de la onomástica se le denomina "Fitotoponimia". En este trabajo se hace una revisión bibliográfica y análisis lingüístico de algunos fitotopónimos de Querétaro, Estado de México e Hidalgo. Lingüísticamente se analiza la etimología, morfología y semántica de los fitotopónimos. Se identifican los fitotopónimos nativos e híbridos y se hace un análisis lingüístico de aquellos que tienen tanto un nombre hñähñu como náhuatl. El análisis lingüístico de los fitotopónimos nos llevó a realizar una reconstrucción de la historia de los ñähñus, develando el contacto lingüístico que tuvieron con los aztecas o mexicas y posteriormente con los conquistadores españoles. Las plantas tienen una historia que contamos. A través de los fitotopónimos podemos conocer no solo las características geográficas o ambientales del territorio ñähñu, sino la historia del mismo pueblo. Los topónimos de Santiago Mexquititlán y San Ildefonso Tultepec nos dicen que los ñähños de Amealco fueron sometidos doblemente, primero por los mexicas y después por los españoles. Es así, que los topónimos son la "huella lingüística" del pasado de los pueblos originarios de México.

Palabras Clave: *Fitotoponimia, Historia, Hñähñu, ñähñus, Otomí, Toponímian*

Abstract

Plants are very important for the Ñähñus and in general for all the indigenous people. Frequently plants are guides to give names to the geographical space inhabited by the indigenous people. So plenty of symbolic trees, bushes, aquatic plants, desert plants, grasses, wild plants or cultivated plants are distinctive elements in the toponyms of their localities. This field of the onomastics is denominated "Phytotponomy". In this work a bibliographic review and linguistic analysis is made of some phytotponyms of the states of Querétaro, Mexico and Hidalgo. Linguistically the etymology, morphology and semantics of the phytotponyms are analyzed. The native and hybrid phytotponyms are identified and a linguistic analysis is made of those phytotponyms that have both a Hñähñu and a Nahuatl name. The linguistic analysis of the phytotponyms drove us to carry out a reconstruction of the history of the Ñähñus, revealing the linguistic contact that the ñähñus had with the Aztecs or Mexicas and later with the Spanish conquerors. Plants tell us a history. Through the phytotponyms we are able to find out not only the geographical and environmental characteristics of the territory of the Ñähñus, but also their history. The toponyms of Santiago Mexquititlán and San Ildefonso Tultepec tell us that the Ñähños from Amealco were subdued twice, first by the Mexicas and afterwards by the Spaniards. In this way the toponyms are the "linguistic traces" of the past of the original people from México.

Key words: *Phytotponomy, History, Hñähñu, Ñähñus,*

¹ Hñähñu es el término que acordaron los otomíes para referirse, en su propia lengua y a nivel nacional, a su lengua materna. En ese contexto, Ñähñu se refiere al hablante de hñähñu o a la persona originaria del pueblo otomí. Cada estado tiene sus propias autodenominaciones dependiendo de sus variantes dialectales. Así, en Santiago Mexquititlán, Amealco, a la lengua se le conoce como hñähño y a los hablantes ñähños, mientras que en la variante de San Ildefonso Tultepec a la lengua se le denomina hñöño y a los hablantes ñöño.

1. Introducción

Desde mucho antes de la llegada de los españoles, los indígenas mexicanos han tomado como referencia elementos característicos de su entorno geográfico, así como plantas o animales representativos o típicos de su ambiente, para asignar el nombre de sus localidades (Hekking, 1995; Lastra 2008; Núñez-López, 2014; Villegas y cols., 2015). De esta manera, los topónimos nos permiten conocer las características geográficas, hidrológicas, biológicas o ambientales de un lugar determinado en un momento determinado.

“El nombre geográfico pinta perfectamente las condiciones especiales de la localidad a que se aplica; importa, y mucho, conocerlo con propiedad...Las condiciones geológicas del terreno, las especiales de su flora y de su fauna, vienen reveladas en las denominaciones mexicanas que se prestan, así, a descubrimientos importantes. Pero si el explorador no sabe manejar las armas del idioma, no sacará partido de él en sus estudios científicos ni repondrá los nombres viciados”. **Francisco del Paso y Troncoso** (1988:11).

Los topónimos además pueden develar la historia de los pueblos (Lastra 2008; Núñez-López 2014; Villegas y cols., 2015), pero para ello resulta indispensable conocer la lengua en que están expresados (del Paso y Troncoso, 1988). De acuerdo a Celdrán (Villegas y cols., 2015:12), los topónimos son “*la huella lingüística del pasado*”.

Como se ha documentado en distintas investigaciones, los otomianos, ie., hñähñus, mazahuas, matlazincas y ocuiltecas, eran los habitantes originarios de la Meseta Central y Valle de México desde antes de la era cristiana (Tabla 1). Existen evidencias arqueológicas, lingüísticas e históricas de que fueron

ellos los fundadores de Cuicuilco, Teotihuacán, Malinalco y Tula, entre otros asentamientos importantes (Hekking, 1995; 2014; Hekking y Bakker, 2010; Lastra, 2006; Wright, 1997; 2005). A partir del s. X los aztecas comenzaron a arribar al altiplano mexicano y gradualmente se hicieron del poder, sometiendo a los pueblos originarios (Hekking, 2014; Lastra, 2006). Como parte de su política imperialista, los mexicas fueron cambiando los topónimos originales de los territorios sometidos a la lengua náhuatl (Hekking, 1995; del Paso y Troncoso, 1988; Soustelle, 1993; van de Fliert, 1988; Villegas y cols., 2015).

“...los nombres geográficos mexicanos de varias regiones, como la Mixteca, la Zapoteca y otras, se formaron por el mismo procedimiento, pues muchos de ellos no son más que simples traducciones de los que las localidades tenían en su lengua del país”. Francisco del Paso y Troncoso (1988: 83).

Básicamente lo que hicieron los mexicas fue un calco semántico de los nombres originales, mediante una simple traducción a su lengua materna (del Paso y Troncoso, 1988; Hekking, 2014; Wright, 2011). Esta situación de dominación es lo que explica porque muchos topónimos de poblaciones indígenas actuales tienen su nombre en lengua náhuatl.

En el s. XV, llegaron los conquistadores españoles, acabando con la hegemonía del imperio azteca y constituyéndose como el nuevo grupo de poder (Hekking, 2014; Lastra, 2006). Una vez establecidos, impusieron su lengua, su religión y al igual que el imperio precedente renombraron los territorios conquistados con nombres de santos españoles (toponimia hagiográfica) y con nombres de localidades o ciudades de la “madre patria” (Villegas y cols., 2015).

Tabla 1. Historia de los otomíanos: contacto lingüístico y cultural de los ñähñus

Periodo	Valle y Altiplano Central de México ^{1,2}	Querétaro ³	Características
Preclásico tardío (400 a.C. - 200 d.C.) Explosión del xitle (50 a.C.)	Copilco Cuiculco Migraciones y reacomodo de la población	El Cerro de la Cruz , San Juan del Río (100 a. C.) La Magdalena -Tlacote (100-1100 d.C.) frontera entre Querétaro y Guanajuato.	Poblaciones agrícolas. Cerámica estilo Chupícuaro Lengua: Proto-otopame
Clásico temprano (200-650 d.C.) Fundación y colapso de Teotihuacán	Teotihuacán Desplazamiento de la población otomiana al Valle de Toluca, Jilotepec, Querétaro y Valle del Mezquital En el 500 d. C. se diferencia la lengua ñähñu del Mazahua	El Rosario , San Juan del Río El Cerrito , Corregidora La Negreta , Corregidora Todos con influencia Teotihuacana. En el 650 d. C. llega un flujo migratorio a San Juan del Río y San Ildefonso El Cuisillo (?), San Ildefonso, Amealco	Poblaciones agrícolas Cerámica teotihuacana tanto en Querétaro como en Guanajuato. Lenguas: otomí, mazahua, matlatzinca y ocuilteca En La Negreta se encontró una ofrenda funeraria que data del 400 d.C.
Clásico tardío o Epiclásico (650-900 d.C.) Fundación de Malinalco y Xochicalco	Malinalco Xochicalco	Tepozán , Huimilpan (450-900 d. C.). La Muralla Vieja , San Juan del Río La Trinidad , Tequisquiapan (Juego de pelota). Influencia Teotihuacana	Poblaciones agrícolas Cerámica Coyotlatelco en México, Toluca, Mezquital, Puebla y Guanajuato. Lenguas: otomí, mazahua, matlatzinca y ocuilteca
Posclásico temprano (900-1200 d.C.) Fundación (950 d.C.) y colapso (1200 d. C.) de Tula	Tula Llegada de los aztecas al altiplano central en el s. X A la caída de Tula desplazamiento de la población otomí a Jilotepec, Puebla, Querétaro	Expansión de Tula: ocupación de El Cerrito y norte de San Juan del Río (900-1000 d.C.) Centro ceremonial Tolteca en El Cerrito. Los Cerritos , Tequisquiapan. (j. de pelota) Influencia Tolteca	Poblaciones agrícolas y nómadas invasoras Lenguas: otomí, mazahua, matlatzinca, ocuilteca, chichimeca, y náhuatl
Posclásico tardío (1200-1521 d.C.) Consolidación y caída del imperio Mexica (1521 d.C.) Inicio de colonización española	Xaltocan Huichiapan Tenochtitlán Triple alianza	Expansión de Purépechas y desplazamiento de otomíes de Jilotepec a Querétaro, Huichapan, Hgo., y a Acámbaro, Michoacan por invasión de la Triple Alianza.	Poblaciones agrícolas Cerámica Rojo Inciso Postcocción Xahai, ampliamente distribuida a lo largo del Río San Juan y en las cuencas de Tula Lenguas: otomí, mazahua, matlatzinca, ocuilteca, chichimeca, náhuatl, y español

Fuentes: 1). Lastra, 2006; 2). Hekking, 2014; 3). Villegas y cols., 2015

En este contexto, con la intención de conocer la importancia de las plantas en las denominaciones o topónimos de los pueblos de origen ñähñu u otomí se realizó el presente trabajo, haciendo un análisis etimológico, morfológico y semántico de los fitotopónimos en lengua hñähñu de algunas localidades de Querétaro, Estado de México e Hidalgo. Para ello partimos de las siguientes preguntas de investigación: ¿Por qué las plantas son referentes para nombrar los pueblos ñähñus? ¿Los fitotopónimos ñähñus son un reflejo de su historia y contacto lingüístico con otros pueblos? ¿En las comunidades ñähños de Amealco, qué topónimo fue el original: náhuatl o hñähño? ¿Los pobladores originarios de Amealco eran ñähños? Para responder a estas preguntas planteamos las siguientes hipótesis y objetivos:

2. Hipótesis

- Las plantas de importancia cultural de los ñähñus son referentes en la denominación de sus localidades
- Los fitotopónimos hñähñus permiten conocer la historia de los pueblos
- Los fitotopónimos actuales de Amealco en su origen eran en hñähño por ser los ñähños los fundadores de estos pueblos

3. Objetivos

- Realizar una revisión bibliográfica de los fitotopónimos hñähñus de Querétaro, Estado de México e Hidalgo

- Realizar un análisis lingüístico de los fitotopónimos hñähñus para conocer su etimología, morfología y semántica
- Determinar la relación de los nombres de los pueblos con aspectos de su historia

4. Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica para hacer un listado de fitotopónimos hñähñus de Querétaro, Estado de México e Hidalgo consultando el diccionario Hñähño-Español de Hekking y cols., (2010) y el diccionario Hñähñu del Valle del Mezquital de Hernández y cols. (2010).

Los nombres de los topónimos se escribieron en una escritura fonemática y estandarizada.

Una vez transcritos se determinaron los fitotopónimos nativos e híbridos, su etimología, morfología y semántica.

5. Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se presenta la lista de comunidades, pueblos y ciudades ñähñus de los estados de Querétaro, México e Hidalgo que se distinguen por sus fitotopónimos. Como puede apreciarse, tres de los cuatro principales asentamientos ñähños de Querétaro registran en sus topónimos las plantas que son características o significativas para sus pobladores. Así, tenemos que Tolimán es el “Lugar de palmeras”, Santiago Mexquititlán es el “Lugar de mezquites” y San Ildefonso Tultepec el “Lugar del cerro del tule” (Hekking, 1995; Núñez-López, 2014; Palancar 2009; van de Fliert, 1988; Valverde, 2009).

Tabla 2. Fitotoponimia Hñähñu de Querétaro, Estado de México e Hidalgo

Nombre en español	Etimología de la Fitotoponimia Hñähñu y Náhuatl
Jilotepec, Estado de México	<p>Madonthäxi¹ / Mdonxi² Ma > locativo + Doni > Flor + Thä > maíz + Xi > Pelo “Lugar de flor de maíz con pelo” “Lugar de jilotes”</p> <p>Xilotepec^{1,2} Náhuatl Xilotl > Jilote (Maíz tierno) + Tepetl > Cerro + C > Locativo “En el cerro de jilotes”</p>

Ixmiquilpan, Hidalgo	<p>Nts'ot'uk'ani² / Nts'utk'ani⁴ N >locativo + Ts'ot'uk'ani > verdolaga └ Ts'ut'i > Fino / Delgado + k'ani > Quelite <i>“Lugar de quelites finos”</i> <i>“Lugar de verdolagas”</i></p> <p>Ixmiquilpan Náhuatl Itzmiqilitl > Verdolaga + Pan > Sobre └ Iztli > Obsidiana / Navaja + Mitl > Flecha + Quilitl > Quelite <i>“Sobre quelites flecha de obsidiana”</i> <i>“Sobre verdolagas”</i></p>
Mezquital, Hidalgo	<p>Mbot'ähi² / 'Bot'ähi⁴ Mbo > Lugar donde abundan + T'ähi > Mexquite <i>“Lugar donde abundan mezquites”</i></p> <p>Mezquital Náhuatl Mizquitl > Mezquite + Tal ≈ Tlan > Lugar donde abundan <i>“Lugar donde abundan los mezquites”</i></p>
Nopala, Hidalgo	<p>Mboxt'ä² / Moxt'ä⁴ Mbo > Lugar donde abundan + Xät'ä > Nopal <i>“Lugar donde abundan nopales”</i></p> <p>Nopala Náhuatl Nopalli > Nopal + La > Loc <i>“Lugar de nopales”</i></p>
Tula, Hidalgo	<p>Mameni^{1,4} Ma > Locativo + Meni > Parentesco / Linaje / Familia └ Me > Madre / Originario + Ni > Valle <i>“Lugar del linaje”</i> <i>“Lugar del valle madre”</i> <i>“Lugar donde se origina el valle”</i> “Lugar del origen”</p> <p>Ntula^{2,4} (préstamo del náhuatl) N > locativo + Tula > Tullan ≈ Tollan > Tolli > Tule <i>“Lugar de tules”</i></p> <p>Tullan ≈ Tollan Náhuatl Tullan ≈ Tollan > └ Tolli > Tule / Junco + An > Lugar de <i>“Lugar de tules”</i></p>

San Ildefonso Tultepec, Amealco, Querétaro	<p>Nt'okwä² N > locativo + T'oho > Cerro + Kwä > Tule <i>"Lugar del cerro del tule"</i></p> <p>Tultepec Náhuatl Tullan≈Tollan > + Tepetl > Cerro + C > Locativo ↳ Tolli > Tule / Junco + An > Lugar de <i>"Lugar del cerro de tules"</i></p>
El Roble, San Ildefonso Tultepec, Amealco, Querétaro	<p>Ndoza⁵ N > locativo + Doza > Roble ↳ Do > Piedra + Zaa > Árbol <i>"Lugar del roble"</i></p>

Fuentes: 1. Lastra (2008); 2. Hekking y cols., (2010); 3. Villegas y cols., (2015); 4. Hernández y cols., (2010); 5. Núñez-López (2014).

En Amealco, como sucede en todo territorio hñähñu, las plantas son referentes comunes en los topónimos de sus localidades [Hekking, 1995; Lastra, 2008; Núñez-López, 2014; van der Fliert, 1988; Villegas y cols, 2015; Vázquez, 2016].

"Este Roble ha de tener como 130 años pues la abuelita de mi esposa, que se llamaba Rosenda García, murió a los 87 y ella me contaba que el roble ya estaba ahí desde antes de que ella naciera. Ella se casó aquí, bajo el roble, con música de violín y tambor" Sr. Claudio Ventura Gregorio (Núñez-López, 2014: 238).



Fig. 1. *Ar doza* / El Roble, San Ildefonso Tultepec, Amealco (Núñez-López, 2016).

El Roble, es el nombre de una comunidad hñähñu de San Ildefonso Tultepec, Amealco, llamada así por el árbol emblemático que está a la entrada de la localidad.

En la Tabla 2 se puede apreciar también que los topónimos de Santiago Mexquititlán y San Ildefonso Tultepec son nombres mixtos, compuestos de palabras del español y náhuatl. En una región predominantemente hñähñu lo lógico sería que sus topónimos estuvieran en hñähñu, máxime que la población nativa, y en particular los más ancianos, conocen los nombres de sus localidades en su propia lengua, pero no ocurre así, lo cual se puede explicar considerando la historia de contacto que han tenido con culturas dominantes (Tabla 1).

En muchos casos, como en San Ildefonso Tultepec y Santiago Mexquititlán, al topónimo original se adicionó un nombre castellano. Es así que los hñähños, como la mayoría de los pueblos mesoamericanos fueron doblemente sometidos, primero por los mexicas y luego por los españoles, historia que se ve reflejada en los topónimos actuales de sus localidades.

Si analizamos la fracción indígena de los fitotopónimos náhuatl-hñähñu de las localidades de estudio se puede observar que Mexquititlán-*Nt'ähi* y Tultepec-*Nt'okuä* son un calco semántico, es decir, cada par tiene el mismo significado solo que expresado en diferente lengua (Tabla 2). Pero, ¿Qué topónimo fue el original: el náhuatl o el hñähñu? ¿Los pobladores originarios de Amealco eran hñähños? ¿Estaban sometidos

por los mexicas antes de la llegada de los españoles? Empecemos con Santiago Mexquititlán / *Nsantiyago Nt'ähi*. Según van de Fliert (1988:53), este pueblo fue “fundado hacia el año de 1520 por designatarios españoles del virreinato, Juan de Láz y Luis de Velasco, a fin de facilitar el tránsito comercial de productos agrícolas y de organizar mejor la captación de recursos tributarios”. Evidentemente esta fecha es incorrecta pues en 1521 ocurrió la caída del imperio azteca por parte de los invasores españoles y sus aliados indígenas (ñähñus, tlaxcaltecas, etc.). A partir de ahí se inició el proceso de conquista, material y espiritual, en todo el territorio mexicano, acompañado de desplazamientos masivos de los grupos indígenas sobrevivientes y del reacomodo de poblaciones indígenas aliadas a los conquistadores (Hekking, 1995; 2014; Lastra, 2006; Valverde, 2009; Villegas y cols., 2015; Wright, 2005). Fue así que alrededor de 1540, con la entrega de mercedes de tierra para la población ñähño, futura mano de obra para los hacendados españoles posicionados en sus nuevos territorios, se crean las condiciones necesarias para la refundación de Santiago Mexquititlán (Valverde, 2009). Se emplea el termino refundación porque antes de la llegada de los españoles, los ñähños ya habitaban este espacio, los cuales se reconocían originarios de Jilotepec (Hekking, 1995; Hernández y cols., 2010; van de Fliert, 1988). Es pertinente mencionar que entre 1440 y 1520 (finales del posclásico tardío), Jilotepec fue sometido por las fuerzas de la Triple Alianza: México- Texcoco-Tlacopan. Como consecuencia del conflicto bélico los ñähños de Jilotepec se desplazaron a diferentes lugares y un grupo de ellos se estableció en lo que hoy se conoce como Santiago Mexquititlán (Hekking, 1995; 2014; Lastra, 2006; Valverde, 2009; Villegas y cols., 2015). Esta comunidad no se libró del yugo opresor y era obligado a pagar tributos al grupo de poder encabezado por Moctezuma II (Villegas y cols., 2015). Es muy probable que el nombre de Mexquititlán haya sido asignado a esta comunidad básicamente para registrarla con fines tributarios.

“Estos otomíes además tributaban enaguas, huipiles, mantas, trajes de guerreros, maíz, frijol, chía, y huautli y de todo género de legumbres y semillas que ellos comen, madera y águilas vivas...calabazas, tomates, jitomates, aguamiel, pulque, nopales y tunas” Villegas y cols. (2015:37).

La pregunta ahora es ¿Porqué Mexquititlán? Seguramente, los mexicas aplicaron su método haciendo un calco del topónimo hñähño *Nt'ähi* > “Lugar de mezquites”, que pudo haber sido el primer nombre de la comunidad. Sin embargo, en la actualidad no hay ningún rastro de mezquites en el lugar. Núñez-López (2014) señala que la gente mayor aún recuerda que cuando se fundó el pueblo, en el Barrio Primero, había mezquites. En su estudio etnográfico van de Fliert (1988) registra los mismos comentarios. No obstante, resulta difícil de creer que los ñähños hayan acabado con los mezquites, máxime que son el emblema de la fundación de su pueblo. Además, los mezquites son de afinidad tropical y difícilmente pueden crecer en un ambiente templado, asociados con bosques de pino-encino, característicos de Amealco. Con estos argumentos apoyamos la hipótesis de Abramo en el sentido de que él topónimo náhuatl “*Mezquititlán*” podría ser una adulteración o tergiversación del topónimo “*Mehuiztitlán*”, “*muy corrompido por siglos de pronunciación por personas que no eran nahuatlacas, los españoles, los criollos, los mestizos y los mismos ñähños*” (Valverde, 2009:17). De acuerdo a Abramo (en Valverde op cit.), “*Mexquititlán*” deriva del vocablo náhuatl *Mehuiztli* > “*Espina de maguey*” + *Tlan* > “*Lugar de*”, topónimo que pudiera ser más apropiado para la comunidad ya que los magueyes son plantas típicas de la región.

Una hipótesis alternativa, considerando al topónimo hñähño como original, es que *Nt'ähi* > “*Lugar de mezquites*”, podría hacer referencia al lugar de procedencia de los primeros ñähños que arribaron a Santiago, que bien pudieron haber llegado de alguna comunidad del Mezquital > *Mbot'ähi* > “*Lugar donde abundan mezquites*” (Tabla 2). Un estudio lingüístico comparativo de las variantes del hñähño de Santiago Mexquititlán, Amealco, Querétaro con el hñähño del Valle del Mezquital y Huichapan, Hidalgo, podrían ayudar a dilucidar esta hipótesis.

En cuanto a San Ildefonso Tultepec / *Nt'okwä* > “*Lugar del cerro de tules*”, su topónimo refleja una historia de contacto y dominación mexica-española similar a la de Santiago Mexquititlán, solo que aquí, los fundadores fueron ñähños de un grupo diferente, con rasgos culturales y una variante dialectal propia que los diferencia de los santiaguenses.

En este caso, las fracciones indígenas de los topónimos náhuatl-hñöhño nos dicen que San Ildefonso Tultepec / *Nt'okuä* se caracteriza por la presencia de tules o juncos (Tabla 2). Efectivamente, en la localidad hay tules, pero no hay un cerro con esta vegetación. De hecho los tules, son plantas acuáticas que crecen naturalmente en zonas lacustres, en las orillas de los lagos o en planicies inundadas. En San Ildefonso, los tules crecen en las orillas de los bordos o en pequeñas presas que la gente hace para captar el agua de la lluvia. Sin embargo, no es una planta importante para los hñöhños, aunque todavía algunos artesanos la usan para hacer petates o reparar sillas. Por lo mismo, consideramos que si bien el topónimo tiene que ver con tules, probablemente tenga un significado más profundo.

Nuestra primera hipótesis es que los topónimos Tultepec / *Nt'okuä* > “Lugar del cerro de tules”, hacen referencia al origen o procedencia de los fundadores de la comunidad, es decir que los hñöhños de San Ildefonso Tultepec son originarios de Tula y por lo tanto son descendientes de los toltecas, que a su vez eran descendientes de los teotihuacanos.

Tollan o “Lugar de Tules” hace referencia a una ciudad mítica donde se ungió a Quetzalcóatl (Florescano, 2004; Kristan-Graham y Kowalsky, 2007; López y López, 2004); *Tollan* como centro irradiador de la luz de la aurora y punto de dispersión original de los pueblos; *Quetzalcóatl* como dios de múltiples atributos, cuyas representaciones iconográficas le asignan una existencia milenaria” (López y López, 2004: 39).

“En los tules” fue enaltecida a la categoría de edificio cósmico, y que un personaje de carne y hueso (un héroe cultural) de nombre “serpiente emplumada” fue elevado a la calidad de dios” López y López (2004:39).

En esta ciudad de origen divino nació el tiempo, el Quinto Sol, aquí se gestó el origen del universo, de la tierra y la humanidad (Florescano, 2004; Uriarte, 2005). *Tollan* fue una ciudad coronada por la gloria donde se fragmentó la humanidad dando origen a la diversidad de los pueblos, cada uno guiado o iluminado por la luz de Quetzalcóatl (López y López, 2004:40).

En el ámbito terrenal varios investigadores ubican a *Tollan* en Teotihuacán “Lugar donde nacen los dioses” (Florescano, 2004; Kristan-Graham y Kowalsky,

2007; López y López, 2004; Stuart, 1998; Uriarte, 2005). *Tollan*-Teotihuacán era el arquetipo del poder político mesoamericano, ciudad paradigmática de legitimación dinástica (Stuart, 1998). Evidencias arqueológicas indican la presencia e influencia teotihuacana en las dinastías mayas durante el periodo clásico (Stuart, 1998; Kristan-Graham y Kowalsky, 2007). Es así que *Tollán*-Teotihuacan, primer Estado fundado en el Altiplano, fue la “cuna de las artes y las ciencias, reino ubérrimo, ciudad magnífica y hogar de sabios y artesanos insuperables” (Florescano, 2004).

A la caída de Teotihuacán, se fue configurando un nuevo *Tollan*: Tula. Su topónimo, deriva de la palabra *Tullan*≈*Tollan* > *Tolli* > “Tule / Junco” + *Tlan* > “Lugar de” (Fig. 2). Literalmente hace alusión al “Lugar de tules”, sin embargo algunos investigadores, señalan que metafóricamente puede significar “multitud” o “congregación de gente”, en relación con el crecimiento tumultuoso de los tules (Florescano, 2004, Kristan-Graham y Kowalsky, 2006). Apelando a este sentido metafórico, puede comprenderse el antiguo topónimo hñähñu *Mameni* registrado en el Códice Huichapan (Lastra, 2008). *Mameni* deriva de los vocablos *Ma* > “Locativo” + *Meni* > “Parentesco / Linaje / Familia”, literalmente significa “Lugar del linaje o del origen” (véase Tabla 2).

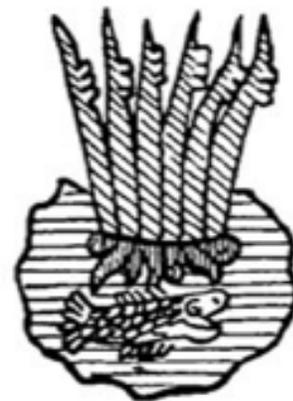


Fig. 2. Glifo de Tula “Lugar de Tules” Códice Boturini, s. XVI. Ilustración: Florescano, 2004.

Tula se fundó alrededor del 950 d. C. en el Altiplano Central mexicano, en el estado que ahora conocemos como Hidalgo, cuatro siglos después del ocaso de Teotihuacán (Tabla 1). Estudios arqueológicos, históricos, y lingüísticos cada vez aportan más evidencias de que fueron los otomianos los fundadores de Teotihuacán, los cuales gradualmente se separaron en pueblos diferentes alrededor del 500 d. C., aunque siguieron coexistiendo en

el mismo espacio (Hekking, 2014; Lastra, 2006; Wright, 2005). Después del colapso de Teotihuacán los otomianos tomaron rumbos diferentes. Evidencias lingüísticas nos indican que los matlazincas fundaron Malinalco y los ñähñus Tula (Tabla 1). Para muchos investigadores la filiación étnica de los teotihuacanos y toltecas sigue siendo un misterio, pero si “seguimos la huella lingüística” veremos que en las zonas aún pobladas, aledañas a estos asentamientos, las lenguas originarias que se hablaban o se hablan todavía son otomianas. En algunas zonas como Malinalco o Xochicalco que florecieron en las postrimerías de Teotihuacán (el epiclásico, 650-900 d. C.), el mazahua o matlazinca, fueron desplazadas por el náhuatl durante el proceso de dominación y colonización del imperio mexica, en Tula y áreas circunvecinas el hñähñu se sigue hablando. Estas evidencias lingüísticas, aún latentes, no se deben ignorar.

“*Tultécatl*” que significa “*el de Tollan*” era el gentilicio de los toltecas (de Sahagún, 2002:1339). En el posclásico temprano (900-1200 d. C.), una vez consolidado el estado de Tula, los toltecas se expandieron a los territorios aledaños, llegando entre otros lugares a lo que hoy es Querétaro. Grandes grupos de toltecas llegaron y ocuparon los espacios previamente establecidos por poblaciones de filiación teotihuacana, como es El Cerrito, localizado en lo que es hoy el municipio de Corregidora, a unos cuantos kilómetros de la ciudad de Querétaro (Villegas y cols., 2015). Algunos grupos se establecieron en nuevos lugares y fundaron núcleos poblacionales como Los Cerritos, en el municipio de Tequisquiapan (Tabla 1). Es muy probable que algún grupo de Toltecas se haya establecido en San Ildefonso Tultepec, pues estos buscaban las tierras cultivables a lo largo del Río San Juan (Villegas y cols., 2015).

De acuerdo a León-Portilla (en Villegas y cols., 2015:106), “*Tepetl*”, podría considerarse como una metáfora que alude a “*pueblo*”. Por lo que al reinterpretar el topónimo, sumando el gentilicio de los toltecas, tendríamos lo siguiente:

Tultepec > Tultécatl > “el de Tollan” + Tepetl > “pueblo”
+ C > Locativo
 “*Lugar del pueblo de los toltecas*”

Estos son los argumentos que sustentan nuestra primera

hipótesis en cuanto a los topónimos Tultepec / *Nt’okuä*, que como vemos está relacionado con los Tules (Tabla 2). La segunda hipótesis que planteamos es que el topónimo hñöñho *Nt’okuä* hace alusión a las pirámides de “*El Cuisillo*”, actualmente en ruinas, que existen en la localidad desde tiempos inmemoriales, probablemente de filiación teotihuacana.

En este caso *Kwä > Tule se deriva de Juä > Dios*, (Hekking y Andrés de Jesús, 1989; Hekking *et al.*, 2010; Palancar, 2009) que en el hñöñho de San Ildefonso se tendría que escribir como *Jöö*. Entonces, reinterpretando el topónimo hñöñho y adecuándolo a la nueva escritura tenemos:

Nt’okuä = Nt’ojö

N > locativo + T’oho > Cerro + Kwä > Jöö > Dios
 “*Lugar del cerro de Dios*”

Con base a estudios históricos, al colapso de Teotihuacán siguió un desplazamiento masivo de la población teotihuacana u otomiana a distintos lugares, algunos grupos se fueron al Valle de México, otros a Morelos, a Jilotepec, al Valle del Mezquital, etc. (Tabla, 1). En el 650 d. C. varios de estos grupos llegaron a Querétaro y se establecieron en San Juan del Río y San Ildefonso (Villegas y cols., 2015). Es probable que las ruinas de *El Cuisillo*, aún sin estudiar, sean de esta época. El estudio de esta zona arqueológica permitirá comprobar o rechazar nuestra segunda hipótesis, misma que se relaciona con la primera considerando la premisa de que los toltecas y teotihuacanos son del mismo linaje, y que ambos, en su respectiva época, salieron de Tollan-Teotihuacán y Tollan-Tula, “*el lugar de los tules*”.

Al margen de un interés meramente académico o científico para la comprobación de nuestras hipótesis, el estudio y restauración de “*El Cuisillo*” es indispensable para comprender la historia y cultura de los ñöñhös de San Ildefonso Tultepec, es una deuda que el Estado Mexicano y el de Querétaro deben saldar con sus pueblos originarios para conservar nuestro patrimonio cultural.

Para finalizar esta sección, cabe hacer énfasis que el análisis lingüístico de los topónimos nos hace retroceder en el tiempo y viajar a través de la historia. Sin lugar a dudas, como bien lo dijo Cedrán (en Villegas y cols. 2015:12), los topónimos “son la huella lingüística del pasado” (Fig. 3).



Fig. 3. Tira de la peregrinación. Códice Boturini, F7, s.XVI.

Conclusiones

Los fitotopónimos hñähñus o nombres de las localidades ñähñus hacen referencia a plantas de importancia cultural para el pueblo otomí. A través de los fitotopónimos podemos conocer no solo las características geográficas o ambientales del territorio ñähñu, sino la historia del mismo pueblo. El análisis lingüístico de los fitotopónimos nos permitió realizar una reconstrucción de la historia de los ñähñus, develando el contacto lingüístico que tuvieron con los aztecas o mexicas y posteriormente con los conquistadores españoles. Los fitotopónimos de Santiago Mexquititlán y San Ildefonso Tultepec nos dicen que los ñähños y ñöhños de Amealco fueron sometidos dos veces, primero por los mexicas y después por los españoles. Los nombres actuales de los fitotopónimos analizados son en su mayoría prestamos del náhuatl al español, pero estos son calcos del otomí. Los topónimos son la “huella lingüística” del pasado de los pueblos originarios de México. Los topónimos pueden develar la historia de los pueblos pero para ello resulta indispensable conocer la lengua en que están expresados.

Referencias bibliográficas

- del Paso y Troncoso, 1988. *La botánica entre los nahuas y otros estudios*. Secretaria de Educación Pública. México, D. F. 287 p.
- Florescano, E. 2004. *Quetzalcóatl y los mitos fundadores de Mesoamérica*. Santillana Ediciones Generales, Taurus, México, 386 p.
- Hekking E., 1995. *El otomí de Santiago Mexquititlán: desplazamiento lingüístico, préstamos y cambios gramaticales*. Amsterdam: IFOTT. The Netherlands, 262 p.
- Hekking E. 2014. Impacto del español sobre el hñähñu y estrategias para reforzar la lengua indígena, pp.103-141. En: Luz María Lepe y Nicanor Rebolledo [coords], *Educación Bilingüe y Políticas de Revitalización de Lenguas Indígenas*. Editorial Abya Yala, Quito Ecuador.
- Hekking E., S. Andrés de Jesús, P. de Santiago Quintanar, A. Guerrero Galván & R. A. Núñez-López. 2010. *He'mi Mpomuhñä ar Hñähño ar Hñämfo Ndämaxei / Diccionario bilingüe otomí-español del estado del Querétaro*. Tres volúmenes. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. México D.F. 1400 p.
- Hekking E. y D. Bakker, 2010. Tipología de los préstamos léxicos en el otomí de Querétaro: una contribución para el estudio sistemático, y comparativo de diversas lenguas del mundo desde un enfoque interlingüístico. *Ciencia UAQ*, 3(1): 27-47.
- Hernández C. L., M. Victoria T. & D. Sinclair C. 2010. *Diccionario del hñähñu (otomí) del Valle del Mezquital, Hidalgo*. Instituto Lingüístico de Verano, México, 528p.
- Kristan-Graham, C. & J. K. Kowalsky. 2007. Chichén Itzá, Tula, and Tollan: changing perspectives on a recurring problem in Mesoamerican Archeology and Art History, p.13-84. In: J. K. Kowalsky & C. Kristan-Graham (eds.), *Twin Tollans: Chichén Itzá, Tula and the Epiclassic to Early Postclassic Mesoamerican World*. Dumbarton Oaks, Harvard University Press, Washington, D. C., U.S.A
- Lastra, Y. 2006. *Los Otomíes; su lengua y su historia*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de investigaciones Antropológicas. México, D. F. 525 p.
- Lastra, Y. 2008. Topónimos Otomíes. *Estudios de Cultura Otopame*, 6(1): 281-314.
- López A. A. y L. López L. 2004. Tollan y su gobernante Quetzalcóatl. *Arqueología Mexicana*, 67 (12):38-43.
- Núñez-López R.A. 2014. Fitonimia hñähño: una aproximación a la etnotaxonomía de la flora útil del pueblo ñähño de Amealco. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro
- Palancar E. 2009. *Gramática y textos del hñöhñö otomí*

- de San Idefonso Tultepec, Qro.* Universidad Autónoma de Querétaro / Plaza y Valdéz. México, D. F. 587 p.
- Soustelle J. 1993. La familia otomí-pame del México central. Fondo de Cultura Económica. México, D. F., 579 p.
- Stuart, D. 1998. "The arrival of strangers": Teotihuacan and Tollan in classic maya history. P.A.R.I. Online publication: News Letter 25. http://www.mesoweb.com/pari/publications/news_archive/25/strangers/strangers.html
- Uriarte M. T. 2006. Flores en la pintura mural prehispánica. *Arqueología Mexicana*, 13(78):36-41.
- Valverde, L. A. 2009. Santiago Mexquititlán: un pueblo de indios, siglos XVI-XVIII. *Dimensión Antropológica*, 16(45):7-44.
- van de Fliert, L. 1988. *El otomí en busca de la vida, Arñãhño hongar nzaki*, Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Vázquez-Miranda J. 2014. Vitalidad de la lengua hñõñhõ en San Idefonso Tultepec, Amealco. Tesis de Licenciatura, Instituto Intercultural Hñõñhõ, San Idefonso Tultepec, Amealco, Querétaro., 100 p.
- Villegas M. Ma. E., R. Brambila P., & J. C. Saint-Charles Zetina. 2015. Toponimia indígena de Querétaro siglo XVI. *Librarius Historia*, Municipio de Querétaro, Querétaro, México, 163 p.
- Wright D. 2005. *Los Otomíes: cultura, lengua y escritura*. PhD Tesis. Colegio de Michoacán. Zamora, Michoacán, México. 1224 p.





ESTUDIO DE CASO: "MEDICINA TRADICIONAL EN LA ATENCIÓN A LOS EFECTOS DE LA VIOLENCIA DE GÉNERO EN MUJERES Y NIÑAS ÑHAÑHU"

CASE STUDY: "TRADITIONAL MEDICINE IN CARE FOR THE EFFECTS OF GENDER VIOLENCE IN ÑHAÑHU WOMEN AND GIRLS"

Cathia Huerta Arellano*.

* Autor de correspondencia, correo: catushine@yahoo.com

Resumen

A pesar del papel dominante de la medicina institucional, coexisten una diversidad de saberes terapéuticos entre la población; a veces se trata de saberes domésticos pero en su mayoría se transmiten por terapeutas comunitarios, principalmente mujeres reconocidas como curanderas o médicas tradicionales.

Si bien, se ha pensado que los saberes relacionados a la Medicina Tradicional estaban mayormente enfocados, en el caso de las mujeres, a atender los acontecimientos de índole reproductiva que implicaban la necesidad de ciertos cuidados desde el embarazo hasta el puerperio, la realidad social ha ido demostrando que este sistema ha tenido que responder a una demanda: atender los efectos que produce la violencia.

Se trata de un acercamiento a la situación de las mujeres indígenas con respecto a su acceso a la salud como derecho, a visibilizar sus alternativas para atender los efectos de la violencia en su estado físico, emocional y espiritual. Aquí se muestran los hilos que conducen hacia otras formas no institucionales que son para las mujeres, posibilidades para recobrar el bienestar. También, se comparte el camino recorrido para dar cuenta de la existencia de un sistema de cuidado con miras a incidir políticamente, sistematizando la experiencia que pueda definir un Modelo de Atención a la salud de las mujeres ñhañhus culturalmente pertinente.

Esta investigación, contribuye al reconocimiento de la medicina tradicional como una alternativa viable para la atención y el cuidado de la comunidad, sobretodo en torno a los efectos de la violencia de género.

Palabras Clave: *Medicina Tradicional, Violencia de Género, Atención Comunitaria, Cuidados.*

Abstract

Despite the dominant role of institutional medicine, in indigenous communities, a diversity of therapeutic knowledge coexists among the population; sometimes it is domestic knowledge but most of it is transmitted by community therapists, mainly women recognized as traditional healers or doctors.

Although, it has been thought that knowledge related to traditional medicine was mostly focused, in the case of women, to attend reproductive events that involved the need for certain care from pregnancy to the puerperium, social reality has demonstrated that this system has had to respond to a demand: to attend the effects produced by violence.

It is an approach to the situation of indigenous women with regard to their access to health as a right, to make visible alternatives to address the effects of violence in their physical, emotional and spiritual state. Here are shown threads that lead to other, non-institutional forms, that are for women, possibilities to recover well-being. Also, it is shared the path taken to show the existence of a system of care with a view to influencing politically, systematizing the experience that can define a model of health care culturally relevant for ñhañhu women.

This research contributes to the recognition of traditional medicine as a viable alternative for the care and attention of the community, especially around the effects of gender violence.

Key words: Traditional Medicine, Gender Violence, Community Attention, Care.

1. Antecedentes, apoyo y fundamento de la investigación

1.1. Marco de referencia: reconocimiento de los sistemas tradicionales en la atención a las mujeres indígenas

Un acontecimiento evidente, pero poco documentado, ha sido la cacería de brujas que, desde el siglo pasado, tuvo lugar en México. Su objetivo fueron los practicantes de la medicina tradicional. A pesar de la revolución, se promovió la nacionalización de los bienes, rompiendo con los sistemas regionalistas e hiriendo sensiblemente los sistemas comunales. El impacto que se generó en la población original, se evidenció principalmente a partir de la pérdida de su lengua. Otra de las manifestaciones inmateriales de los pueblos indígenas, que corrió con una suerte similar, fue la medicina tradicional. Aunque las comunidades persistieron en mantener, por lo menos latente, su práctica durante mucho tiempo, la satanización de las y los curanderos los obligó a olvidar su práctica, o bien a ocultarla, lo que terminó por destruir la frágil autonomía de los sujetos para elegir la forma de atenderse. En la actualidad, se discute sobre la reivindicación de la medicina tradicional, como efecto de las negligencias producidas por los servicios de ginecología, al denunciarse casos de mujeres embarazadas, la mayoría indígenas que no fueron atendidas pertinentemente¹, pero más allá de plantearse la reivindicación de la experiencia y la inestimable labor de las médicas tradicionales, los discursos institucionales, a través de las políticas públicas de salud, plantean la incorporación de estas prácticas al sistema dominante de atención.

Por otra parte, en el ámbito indígena, las mujeres se acercan a los servicios de salud estatales y municipales para solicitar atención para sus hijos o para cumplir con las revisiones que se les solicitan como un trámite para acceder a ciertos recursos, cuando se trata de atender un problema de salud personal, las mujeres n'hañhus casi siempre son acompañadas de sus esposos o suegras, por lo que difícilmente pueden expresar a los médicos o enfermeras si sus dolencias están relacionadas con la violencia doméstica, mientras que la opción de acudir

con una sanadora con la que se comparte pertenencia étnica, de género y social, representa la posibilidad de un intercambio natural entre médica y paciente, encuentro que además se puede producir en la propia lengua.

La atención a la salud del cuerpo y del espíritu a través del uso de plantas, ritos y prácticas tradicionales ha estado presente a lo largo de la historia de los pueblos originarios, documentándose una serie importante de usos y costumbres, transmitidos principalmente por medio de la oralidad, muchos de los cuales siguen siendo utilizados principalmente por las mujeres que cuidan a la comunidad a través de estas prácticas. A nivel internacional se han desarrollado procesos de rescate y preservación de estos saberes a partir de la década de los 70's. Entre las principales iniciativas, se destaca la elaboración de la propuesta de la Organización Mundial de la Salud sobre Medicina Tradicional (2005), la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (2007) y la Declaración de Pekín de la OMS (2008). La Medicina tradicional es, por lo tanto, un conjunto de saberes culturales, biológicos, ambientales y sociales en donde se encuentran íntimamente relacionadas las plantas, los animales y las personas poseedoras de los saberes así como aquellas cuidadoras de los ecosistemas, generando una interdependencia que no permite la separación entre la medicina tradicional y las personas que son sus detentadores y preservadores.

Es así que, como punto de partida y coordinadas para este trabajo, se plantearon hipótesis centradas en develar mecanismos que impidieran el reconocimiento de los sistemas subalternos de atención a la violencia y los efectos en la salud de las mujeres, pero así mismo, otras pensadas en construir nuevas formas que retomaran la funcionalidad de los sistemas tradicionales. De esta manera se piensa que la incorporación de curanderas a las iniciativas institucionales, más que responder a la necesidad de atender las problemáticas comunitarias como la violencia de género, las aleja de su interés y de la verdadera demanda de las comunidades, lo que muestra cómo operan los mecanismos del biopoder que permiten el exterminio de un sistema aún vigente.

¹ De acuerdo a distintos artículos como el de Proceso del 4 octubre 2013, las mujeres indígenas son más propensas a correr riesgos durante el embarazo y el parto debido a:

1. La canalización de pacientes a instalaciones que no responden a emergencias obstétricas; desabasto de medicamentos y personal médico en clínicas y hospitales en comunidades indígenas.

2. Desconocimiento de la lengua indígena por parte del personal médico y personal de respaldo; discriminación en los servicios de salud contra las mujeres indígenas.

3. Violencia intrafamiliar que sufren las mujeres indígenas que provoca la interrupción del embarazo, desprendimiento prematuro de la placenta, muertes fetales, infección en las membranas amnióticas y nacimientos prematuros que se agravan aún más por el desconocimiento de médicos y personal de respaldo sobre qué hacer en casos de violencia.

Como segunda hipótesis: La práctica curandera se reposiciona por percibirse socialmente como una epistemología de resistencia ante el sistema hegemónico de salud y de economía neoliberal, volviéndose una respuesta importante para atender y cuidar de las mujeres, de la comunidad en su conjunto y de la vida.

1.2. Sistemas alternativos de atención comunitaria

Las mujeres indígenas que participan en proyectos de acompañamiento y promoción de los derechos, se han ido apropiando del discurso institucional en materia de Violencia contra las Mujeres; a partir de capacitación y la difusión de los marcos legales, desde hace más de una década, se ha impulsado el que estas médicas tradicionales, promotoras y lideresas comiencen a reivindicar los mecanismos locales para cuidar de otras en la comunidad:

“Nos hablan de qué es la reparación. Por lo general, en la justicia, se enfocan en la reparación material, pero las mujeres buscan la reparación espiritual. La mujer después de la violencia queda mal de espíritu, necesita limpias, su baño de temazcal, que sirve para volver a recuperar su espíritu. Los niños también sufren de susto, quedan mal y necesitan que los miren...” (Tolimán)

Las prácticas de las curanderas, así como los lazos tradicionales se han ido difuminando para dar paso a las lideresas y promotoras de salud, que enfocan sus energías en la adquisición-transmisión de conceptos y discursos institucionales que sin duda han modificado las formas de relación en las comunidades. Sin embargo, se pueden identificar preocupaciones, de las mujeres que acompañan o escuchan, relacionadas a una descomposición social que se manifiesta a través de diversas violencias que afectan no solo a las mujeres, sino a diferentes actores comunitarios.

Los efectos de la incorporación de los nuevos referentes, que desde las instituciones se instalan como agencias ², en las mujeres, tienen un efecto en la manera en la que intervienen estas, añadiendo a su quehacer la función de interlocutoras entre las instituciones gubernamentales y la población indígena:

las mujeres organizadas, a partir de grupos de trabajo, no necesariamente efectúan su propia intención, que sí se manifiesta en los grupos focales, como un deseo de recuperar el sentido de comunidad y de armonía con la naturaleza, con la tierra y con el mundo espiritual que se procura, cada vez en menor medida.

Las propuestas de construcción de teorías de género que se han ido desarrollando, reflexionado y debatido desde finales del siglo XIX, sin duda han permeado las políticas públicas que en apariencia, se enfocan a generar avances para las mujeres, en distintos ámbitos de las sociedades; sin embargo, las discusiones sobre las particularidades (de clase, étnicas, de género, generacionales), que se sitúan en distintos espacios geográficos y culturales, no han terminado por traducirse en una verdadera igualdad de derechos. Si bien esas categorías, que las teóricas de la interseccionalidad comparten (género, etnia, clase), han servido para realizar intentos de visibilidad de necesidades diferenciadas entre la población femenina, en los últimos años se ha vuelto importante considerar la nacionalidad, la religión, la edad, la diversidad funcional y la postura política, para “... pensar en otras fuentes de desigualdad social en el mundo contemporáneo...” (Viveros, 2016: 15). Los programas e iniciativas institucionales que se propongan incorporar por lo menos las categorías de género, etnicidad y clase en diversas acciones, requieren que las mujeres que han accedido a la oferta de formación y capacitación en temas relacionados a las categorías mencionadas, adquieran metodologías diferenciadas que de preferencia se construyan con su propia participación.

2. Metodología: Acerca del trabajo de campo, la participación y construcción de los Dispositivos

El trabajo de campo tuvo como punto de partida el mes de enero y concluyó en el mes de diciembre del 2018; sin embargo, existen muchos antecedentes, entre el equipo de investigación e intervención conformado por colaboradoras de Género UAQ con estas comunidades, que datan de por lo menos una década de trabajo. En esta nueva fase de interlocución, las comunidades a

² El Instituto Nacional de las Mujeres, en el Glosario de Género Retoma la definición de agencia de la sociología ingresa, como un concepto que permite reconocer el papel activo de los sujetos frente a las limitaciones de su contexto o estructura social, esta noción, según el planteamiento del documento institucional, vinculado a la perspectiva de género, sirve para la construcción del empoderamiento femenino. Sin embargo, sujetos y estructura no están disociados, pues las conexiones entre el sujeto y los procesos son una mediación que para que se considere agencia, debería tomar en cuenta la heterogeneidad de espacios determinados, por lo cual, no se produce agencia si no es desde lo colectivo, empezando por lo local (Haraway, 1995).

través de distintas lideresas y autoridades, solicitaron una investigación participativa en los dos municipios considerados como eminentemente indígenas por contar con el índice más alto de hablantes de la lengua ñhañhu: Tolimán y Amealco. Las entrevistas a 60 usuarias(os), además del registro de las 713 consultas, los 3 talleres de análisis institucional con médicos alópatas, los 6 grupos focales con curanderas y el encuentro intermunicipal de medicina tradicional, fueron los espacios y las herramientas que sirvieron para obtener información, pero sobre todo para llevar a cabo un ejercicio horizontal y participativo, con el fin de generar la reflexión y recuperar más que datos, las voces de los sujetos implicados.

Todo este trabajo también se nutrió con la participación de jóvenes promotores/as de estas comunidades, quienes se dieron a la tarea de explorar a través de la aplicación de entrevistas semi-dirigidas, la situación de un sector poco consultado en este tipo de procesos: las y los usuarios de los servicios de las sanadoras indígenas.

Para el trabajo de gabinete, se analizaron las políticas públicas en materia de atención a la violencia de género y de medicina tradicional, relación que comienza a reconocerse como necesaria. Buscamos con esta compilación y análisis, identificar avances en la pertinencia y diferenciación étnica con respecto a las acciones que se implementan tanto de parte de las instituciones como de parte de las mismas comunidades. Así mismo, se eligieron los indicadores más cercanos a la problemática de las mujeres en materia de salud y violencia para contextualizar, desde las cifras, la situación actual que guardan las usuarias con respecto al acceso a los servicios como un derecho humano de las mujeres indígenas.

Fue de enorme utilidad el trabajo previo que el equipo ha realizado en estas dos regiones y sobre todo, la confianza de las médicas tradicionales y autoridades comunitarias e institucionales para obtener respuesta ante las convocatorias emitidas para las reuniones de trabajo y dispositivos implementados. Las mismas curanderas facilitaron el acceso, acompañándonos en todo momento en el trabajo realizado en las comunidades y permitiendo nuestra presencia en sus ejercicios de atención, los cuales fueron documentados por ellas mismas como parte de uno de los dispositivos.

Para lograr un mayor entendimiento de la relación de las mujeres con los dos sistemas de salud (tradicional e institucional), se propuso indagar sobre el contexto de las mujeres indígenas de los dos municipios y contar así con una plataforma que permitió caracterizar a las mismas para soportar, desde este conocimiento, las propuestas generadas por las mismas mujeres.

3. Triada: Cuerpo, Espíritu y Cuidado de la comunidad.

Como ya se mencionó, este trabajo se enfoca en recuperar el saber que las médicas tradicionales aportan sobre los nexos de ciertos padecimientos con la violencia, mostrando que no solo la ciencia puede adaptarse a las transformaciones de los males que cura. Algunas de estas enfermedades que son comunes entre la población indígena, no se presentan en contextos urbanos, por lo que solo pueden ser atendidas por los especialistas tradicionales, de acuerdo a Zolla (1994), quien realizó un estudio sobre la medicina tradicional en las comunidades indígenas de distintos municipios de Querétaro hace ya tres décadas; el susto, el mal de aire, la bilis, inflamación de vientre, dolor de cerebro (nuca) o nervios eran algunas de las principales causas por las que las mujeres acudían con las y los sanadores, hoy en día se siguen presentando, solo que más que nunca se perciben por las curanderas y parteras, como efectos de la violencia que hacia las mujeres se ha recrudecido desde hace más o menos un lustro, de acuerdo a las abuelas, desde que los hombres comenzaron a “trabajar con las instituciones” y las mujeres a “ir a la Clínica a atenderse”.

Los testimonios de las sanadoras son un vivo ejemplo de que cuerpo y espíritu no están escindidos, esta concepción es, en sí, la condición del funcionamiento de una cultura, vale decir que se trata de una trasmisión que es dada por un saber milenario, manifestado en un sueño o con una aparición, se trata de establecer un cuidado que no se aísla del objeto curativo y curado. La médica tradicional, así como la partera atienden con la naturaleza de las hierbas medicinales, pero también con la agudeza de saber prestar oídos al dolor y al sufrimiento de una comunidad que es el tema por excelencia por el cual se visita a las curanderas. Éstas, según los relatos, han sido personajes muy importantes, gente de respeto en el

ámbito comunitario, que dan cuenta de que en un pasado no muy lejano, existieron otras formas de intercambio por el servicio que se solicitaba (Michelet; 2009). Hoy en día la marginalidad de las prácticas curativas, relacionadas con la herbolaria y otras como la de la partería, no han cambiado en gran medida. La sociedad occidental sigue su camino de marginación y aislamiento de todo sistema médico que no sea la medicina alopática.

3.1. La institucionalización de las curanderas

En la actualidad, se ofrecen como un avance en distintas regiones del país, proyectos que intentan conjuntar los dos sistemas de salud para posibilitar la libre elección de los usuarios acerca de las formas de atención; en Amealco, el Hospital Municipal tiene dentro de su estructura, una unidad de atención intercultural, en la que atienden médicas y médicos tradicionales, la mayoría hablantes de la lengua ñhañhu. Sin embargo, sigue siendo decisión de las autoridades de las instancias de salud, quienes determinan las formas en las que las parteras podrán ejercer, regulando la práctica a través de capacitación técnica y vigilando permanentemente su actuar. Además, la institucionalización de la práctica no resuelve el problema de la falta de reconocimiento de aquellos que han preferido mantener su ejercicio en la intimidad comunitaria, por el contrario, el mismo sistema persigue a las curanderas y las responsabiliza de los abortos, la muerte materna y las infecciones. Aún dentro de las paredes del proyecto institucional “compartido”, los portadores del saber biomédico, siguen planteando que “aquello” a lo que dan un lugar, no es un conocimiento “racional” sino una manifestación de la cultura; esto aunque hoy tengamos noticia por los avances de las escrituras científicas de las feministas, de que el pensamiento racional también es un constructo cultural que ha cambiado y sigue cambiando incluso en Occidente.

3.2. Sanadoras del cuerpo y del espíritu.

Acerca de los alcances de la ritualidad en su forma oral ante padecimientos específicos como el susto, en Amealco aún se: “... practican rituales de “limpieza espiritual”. Para los ñhañhus el estado del “espíritu” es definido como la condición vital de las personas, es su determinante: “estar mal”, “estar bien”, “estar tranquilo”, “estar enmuinado”, “estar espantado”, “estar ido”, “no estar en

sí”, estas últimas se usan para expresar que el espíritu de una persona está ausente, principalmente cuando alguien tiene afecciones “que los doctores del hospital no pueden curar” o se cree que ha sido víctima de una brujería, es cuando “limpian” a personas que así lo han decidido “... y le pasan ceras y flores con agua bendita alrededor de su cuerpo, al tiempo que hacen oraciones...” (Questa y Utrilla, 2006; 39). En particular, para las médicas tradicionales de Amealco, curar tiene que ver con un don del que se puede ser consciente desde la infancia o descubrir que se posee en la edad adulta.

La comunidad las reconoce como especialistas bajo los siguientes títulos: “las parteras”: que se dedican a atender a las mujeres antes, durante y después del parto; “las yerberas”: que son principalmente fitoterapeutas, y atienden prácticamente cualquier tipo de enfermedad física, emocional o espiritual; “las sobadoras”, que curan con masaje profundo órganos y músculos; “las y los hueseros”, que atienden problemas de huesos, articulaciones y tendones. En el caso de la partería, se dice, que en la segunda mitad del siglo XX, llegó a ser la especialidad terapéutica más practicada por las médicas tradicionales, existían además especialidades asociadas a la preparación del parto: manteadoras y sobadoras, algunas de las parteras combinaban la práctica de la partería con la herbolaria, también había parteras-hueseras (Zolla, 1994: 565). Como en ese entonces, hoy las parteras dicen que sus conocimientos son adquiridos a través de la observación, o cuando se ven en la necesidad de atender sus propios partos o los de mujeres de su familia o vecinas que dan a luz en su casa por resistencia a acudir al hospital o por la precipitación del nacimiento del bebé, a veces porque las regresan del hospital por considerar que les falta tiempo para el parto:

“Tengo casi noventa años, sigo atendiendo a las mujeres, antes trabajaba más como partera, me buscaban mucho, atendía a las que llegaban a la casa a dar luz, ahora solo llegan las que las regresan del hospital y les gana el bebé; es muy triste...” (Amealco)

Por otra parte, la mayoría de las curanderas contemplan dentro del procedimiento de la cura, el hablar con las personas cercanas a las mujeres afectadas por la violencia doméstica; hablan con las madres de las niñas y los

niños que están asustados, hablan con los hombres para prevenir el contagio de enfermedades de transmisión sexual e incluso acompañan como traductoras. Las curanderas afirman que las dolencias son producto de una construcción social que repercute en distintas dimensiones del ser, sin dejar de lado que para ellas, mujeres y hombres están inmersos en una comunidad, y por lo tanto, la salud comunitaria depende de cada uno de sus miembros.

Sin embargo, a la población usuaria de los servicios de salud institucionalizados, se les inmuniza contra la terapéutica de los sanadores, el sistema inmunitario para Haraway, es una especie de ícono construido por el capitalismo para diferenciarse de cualquier lenguaje que eche mano de algún “objeto de fe” sobre el discurso científico de la biomedicina:

“Como objeto del siglo XX, el sistema inmunitario es un mapa diseñado para servir de guía en el reconocimiento y en la confusión del yo y del otro en la dialéctica de la biopolítica occidental, es decir, es un plan de acción para construir y mantener las fronteras de lo que se entiende por el <<yo>> y por el <<otro>> en el importante terreno de lo normal y lo patológico” (Haraway, 1991: 349).

Si las instituciones construyen tipos de sujeto, construyen además formas de relacionarse, la medicina instituida ha generado un sujeto que no es el que responde ante los sistemas tradicionales subordinados.

A partir de 2013, la violencia de género y en particular, la violencia que se ejerce contra las mujeres se considera un problema de salud pública (OMS) por lo cual se atiende a través de las organizaciones médicas, para lo cual se han creado Políticas Públicas con sus respectivos programas, la mayoría, para mujeres en edad reproductiva.

El poder se inscribe en los cuerpos femeninos de variadas formas: cuerpos útero para procrear, cuerpos enfermos de edad (menopáusicos), cuerpos dóciles que requieren ser examinados, cuerpos tomados por la violencia, que son sometidos a este sistema para obtener a cambio los beneficios de un programa, los niños que aseguran la aceptación social y el amor como prenda de la heterosexualidad, el trabajo mal pagado o peor aún, el trabajo doméstico que no es redituable, ni en el reconocimiento, pero que brinda un sentido de

existencia a través del cumplimiento de un rol. Foucault señala que el cuerpo de las mujeres queda atrapado por un dispositivo de la sexualidad, una expresión brutal del biopoder:

“... el cuerpo de la mujer fue analizado –calificado y descalificado– como cuerpo integralmente saturado de sexualidad; según lo cual, ese cuerpo fue integrado, bajo el efecto de una patología que le sería intrínseca, al campo de las prácticas médicas; según lo cual, por último, fue puesto en comunicación orgánica con el cuerpo social (cuya fecundidad regulada debe asegurar), el espacio familiar (del que debe ser un elemento sustancial y funcional) y la vida de los niños (que produce y debe garantizar, por una responsabilidad biológico-moral que dura todo el tiempo de la educación)...” (Foucault, 1977: 127)

¿Cómo, entonces, llega a instalarse este discurso dominante en materia de salud? No solo puede ser a partir de la irrupción violenta, sino a través del desplazamiento de un sistema sobre un saber, lo que Spivak (1990) va a denominar “violencia epistémica” para referirse a esa codificación que introducen teóricos, intelectuales y funcionarios a fin de lograr la legitimización de una división de clases y una pronta apropiación de lo occidental sugiriendo, además, que: “la existencia de la colectividad en sí misma es persistentemente excluida mediante la manipulación de la agencia femenina”. (320–321)

No es difícil concluir que la medicina indígena, es el discurso subalterno, un conjunto de saberes que ha sido relegado y que hoy se relaciona más con la ignorancia y la pobreza, es decir, la práctica y el practicante han sido revestidos de indigencia. Más aún, es difícil sacar este discurso del pantano, si proviene de mujeres:

“Dentro del itinerario suprimido del sujeto subalterno, la pista de la diferencia sexual está doblemente suprimida. La cuestión no es la de la participación femenina en la insurgencia, o las reglas básicas de la división sexual del trabajo para cada caso de los cuales hay “evidencia”. Es más que ambos, en tanto objeto de la historiografía colonialista y como sujeto de insurgencia, la construcción ideológica del género mantiene lo masculino dominante. Si en el contexto de la producción colonial, el subalterno no tiene historia y no puede hablar, el subalterno como femenino está aún más profundamente en tinieblas” (Spivak, 1990: 328).

Pienso que hay un espacio desde el cual pueda hablar el sujeto subalterno sexuado, parece que el trabajo que han realizado las curanderas de manera comunitaria, finalmente comparte elementos de origen, son las curanderas las que dan cuenta de un desprendimiento del espíritu causado por la violencia.

4. El sistema de atención comunitaria de las sanadoras indígenas (Estudio de caso)

4.1. Resultados de los registros de atención en Amealco (Investigación participativa)

En general, de los 477 casos registrados por 10 médicas tradicionales de este municipio, solo el 34% de los usuarios fueron varones. En este sentido, las informantes señalaron que las mujeres, además de atenderse directamente por las especialistas tradicionales, también llevan a sus hijos cuando la atención que recibieron previamente en la clínica no resuelve el problema.

Algunos padecimientos que se consultan con mayor regularidad y a los que nos referiremos más adelante, se pueden presentar en cualquier etapa de la vida, sin embargo existen aquellos que son exclusivos de ciertas etapas del desarrollo del individuo. En el caso de los primeros meses de vida, las madres llevan a sus bebés con las parteras o sobadoras para atender problemas como caída de mollera, empacho, mal de aire o mal de ojo. En el caso de desnutrición se ubica, en el caso de las mujeres, en cada etapa aunque las causas están diferenciadas, en las edades de la infancia y la juventud las razones son diferentes, por un lado en la infancia comentan que las niñas comen menos alimento que los hombres, ya que desde pequeñas, tienen el trabajo de servir a los hombres antes de comer ellas; se hizo la observación que esta costumbre ya se está cambiando y que ya en algunos hogares se procura que niñas y niños coman al mismo tiempo y las mismas cantidades, como se hace en los desayunadores escolares; sin embargo, las médicas tradicionales reciben a más niñas por desnutrición que a varones. Por otro lado, en la juventud, las muchachas deciden comer menos para cuidarse y poder verse bien para los hombres, sentirse “queridas y valoradas”.

La mayoría de las adultas en edad reproductiva, acuden para atender dolencias que, de acuerdo a las especialistas, se pueden agrupar en dos tipos: por un lado, aquellas que son efecto del maltrato en el ámbito doméstico, hay

una serie de manifestaciones que se describen como la antesala de enfermedades corporales o físicas pero que, si se atendieran en un primer tiempo, evitarían daños crónicos en el cuerpo. El maltrato, dicen las curanderas, produce que las mujeres que lo sufren se apaguen, cuando se trata de violencia física, las secuelas más preocupantes son las que afectan el espíritu.

La recurrencia de los casos de hombres y mujeres que determina la más alta proporción de las atenciones, se dirige a las lesiones de huesos y músculos. Mientras que para los hombres éstas son causadas por la exposición de sus cuerpos a trabajos que implican la fuerza y el riesgo al que se someten en actividades de campo y construcción o la práctica de deportes de alto impacto (dolor de espalda, fracturas, desgarres y torceduras), en el caso de las mujeres, los motivos se relacionan a dolores producidos sobre los músculos por la tensión permanente con la que viven ante la situación de violencia de género.

Los padecimientos respiratorios, en el caso de las mujeres, son más recurrentes y van acompañados de lo que las especialistas en herbolaria definen como el desgastamiento de los pulmones, por causa de la inhalación de humo de los fogones al cocinar y por las posturas que se necesitan adoptar al lavar ropa; en ambas actividades el cambio drástico de temperatura al que se someten los cuerpos de las mujeres determinan también un deterioro de la salud.

Una diferencia significativa, entre ambos sexos, se encuentra en el número de casos que se atienden por padecimientos relacionados a la salud sexual y reproductiva. Las mujeres acuden en gran medida con parteras y sobadoras para atender sus embarazos, así como dolores de matriz, caída de ovarios (que produce dolores intensos en la menstruación), cintura y cadera abiertas e infecciones vaginales o en vías urinarias, mientras que los hombres asisten para atender problemas de impotencia, esterilidad o infecciones de transmisión sexual.

En otro conjunto de padecimientos, las sanadoras colocan a aquellos que, desde la antropología, se reconocen como síndromes de filiación cultural y, que en el caso de las mujeres, representan más del 40% de las atenciones y en el de los hombres menos del 20% (empacho, susto, envidia, mal aire).

En los meses de implementación de este estudio, aproximadamente el 45% de los casos, se encontraron en el espectro de padecimientos de filiación cultural,

entendemos en gran medida el porqué la práctica de las sanadoras en este municipio sigue viva, sin representar un obstáculo, competencia o peligro para la medicina institucional, sino como una práctica que atiende a un sujeto determinado, categorizado por clase, etnia y género.

4.2. Resultados de los registros de atención en Tolimán (Investigación participativa)

En el caso del ejercicio de registro llevado a cabo en el municipio de Tolimán, se involucraron 10 sanadoras: seis sobadoras, dos hueseras, una partera, una rezandera y una pulsadora. Registraron en total 236 atenciones, de las cuales, el 70% correspondieron a pacientes mujeres y 30% a varones. Para ellas, es muy importante recibir en su consulta a los hombres de todas las edades. Las sanadoras de Amealco reconocen que es difícil, por cuestiones de género, que los varones se atiendan cuando tienen alguna dolencia y relacionan esta resistencia con el distanciamiento que estos toman ante cuestiones relacionadas al cuidado de los otros.

Actualmente, este grupo comparte un mismo espacio de trabajo para las consultas: la Casa de las Mujeres Indígenas Mak Ujhani (CAMI), aunque siguen atendiendo en sus hogares a las personas que las buscan, pues cuentan con un amplio reconocimiento de su comunidad e, incluso, son consultadas por personas de otros municipios y estados.

Ante los casos de pacientes con enfermedades diagnosticadas como crónico-degenerativas o incurables, las curanderas procuran no sucumbir a la presión de los familiares negándose a atender estos casos, pues señalan que sus alcances son preventivos o para mantener la salud; así, solo ofrecen los beneficios paliativos de sus plantas y su experiencia en acompañarlos para aminorar algunas dolencias del enfermo al que invitan a seguir con el tratamiento médico alópata:

“A veces llegan personas ya muy enfermas, con su diagnóstico, y en vez de llevarlos al hospital quieren que lo curemos nosotras, y pues, aunque les decimos: ya no hay nada qué hacer, no hacen caso, nos presionan, les decimos: lo que tiene este paciente no lo curo yo y creen que es porque no queremos, ahí sí creen en nosotras, y es cuando tenemos problemas por negarnos, nos acusan entonces de brujas y nos crean mala fama”.

Una vertiente que puede convertirse en una línea de investigación, por la importancia de sus alcances en la constitución de los discursos que emplean estas terapéuticas, es la del componente espiritual.

El espíritu con el que las curanderas trabajan es, como ya referimos, la fuerza que permite a las personas vivir y el principal componente para tener una vida buena; en este sentido, como el cuerpo, el espíritu debe cuidarse. Éste también está en las plantas, y puede contribuir a que el de las personas se fortalezca cuando ha sido dañado:

“Una vez me pidieron curar una casa, pero no me gusta, no entiendo esa idea de lo espiritual, cuando se dice que hay un espíritu que está suelto haciendo daño, espantando.... ahí se habla de espíritus, de las plantas sí he querido profundizar y ver como sirven, para que las personas se entiendan mejor ellas mismas, que se concentren en sanar, así cuando hacemos una pócima decimos, tómate este espíritu, úntatelo, pero es el de las plantas, esos sí ayudan porque se parecen a los de las personas cuando están en juicio, las plantas tienen espíritu, por eso les hablamos, les pedimos permiso...”.

¿Cómo saben las sanadoras cuándo el padecimiento es del cuerpo o del espíritu? La experiencia de estas mujeres reúne no solo sus aprendizajes y hallazgos, también encierra conocimientos y saberes heredados de padres, madres, abuelas y abuelos, así como del intercambio de saberes y técnicas con otras mujeres que curan.

5. A manera de conclusión: propuestas para un Modelo comunitario para la atención a la salud de las mujeres indígenas

El análisis de las consultas y los intercambios con las protagonistas de esta investigación, dan cuenta que muchos de los efectos de la violencia contra las niñas, jóvenes y mujeres adultas no alcanza a ser atendido por el sistema de salud, ya sea porque las mujeres no acuden a los servicios por imposibilidades culturales, físicas o geográficas o debido a que las estrategias implementadas no son suficientes para brindar una atención y acompañamiento culturalmente adecuado. Lo anterior da cuenta de la necesidad de seguir impulsando

procesos alternativos de prevención y atención a la violencia de género, que se vive en las localidades rurales e indígenas del estado.

Un Modelo Comunitario, para la Atención a la Salud de las mujeres indígenas, implica de una estrategia local diseñada para vincular acciones comunitarias e institucionales que se realicen de manera natural dentro de las localidades indígenas para la atención, contención y prevención de la violencia de género; así mismo, la estrategia busca que dichas acciones sean reconocidas, valoradas y promovidas por las autoridades comunitarias y municipales.

Se han considerado ciertas pautas para la realización de una propuesta que se ha comenzado a instalar, destacando las siguientes:

- La existencia de políticas públicas con enfoque de género, equidad y pertenencia étnica;
- El derecho de los sectores sociales que se involucran para ser consultados respecto a las problemáticas y soluciones que son de su interés, en este caso las relacionadas con la salud de las mujeres y por ende la salud comunitaria;
- La visibilidad de un sistema basado en saberes aplicados por siglos para mantener un estado de bienestar de todos los miembros de la comunidad, reconociendo el aporte de las portadoras al carácter pluriétnico del estado de Querétaro y, por lo tanto, de la Nación;
- El reconocimiento de los derechos individuales, sociales, colectivos y culturales de los pueblos y poblaciones indígenas y su exigibilidad por parte de las mujeres.
- Aprovechar la plataforma comunitaria que puede brindar un marco de trabajo en el cual la intervención institucional se repliegue poniendo en el centro la perspectiva y los saberes de los grupos, comunidades y organizaciones participantes en el proyecto.
- La posibilidad de que distintos actores comunitarios se interrelacionen de manera natural, en especial las y los jóvenes en los que han sido instaladas capacidades para la promoción de los derechos, las promotoras de diversos temas relacionados a prevenir la violencia de género y las sanadoras.

De acuerdo al marco anterior, el Modelo poco a poco logrará incidir en la construcción de políticas públicas que adopten las propuestas recuperadas de las curanderas y usuarias/os del sistema comunitario de atención:

- La consolidación de un Centro de Medicina Tradicional que sea punto de partida de este Modelo, permitirá la participación real de las y los actores locales en la prevención y atención de los efectos producidos por la violencia de género, así como restituirá la importancia de las terapéuticas tradicionales, enfocadas a mantener el bienestar de las mujeres y la comunidad en sus tres dimensiones: cuerpo, espíritu y vida comunitaria.
- Conseguir que la relación entre las portadoras de los saberes y las instituciones sea de verdad transversalizada con las perspectivas de género, etnicidad y derechos humanos y colectivos.
- Aprovechar y continuar defendiendo los saberes en la población reconocida como agentes transformadores (sanadoras, promotoras(es), jóvenes) para dar respuesta directa y acorde a las necesidades de la población, generando un sentido de autonomía respecto a la resolución de sus problemáticas.
- Que las instituciones estatales y municipales reivindiquen a las y los médicos tradicionales y su conocimiento para atender la salud en un primer nivel.
- Reconocer la importancia y urgencia del papel de las parteras y sanadoras en la atención, desde lo local, de la salud reproductiva y atención a la violencia de género, como una alternativa para las usuarias.
- Posibilitar el acceso de las y los especialistas tradicionales a los recursos elementales para su subsistencia.

Para finalizar, quiero destacar que la población usuaria puede reconocer como fortaleza de la medicina tradicional, la cohesión cultural que genera; sin embargo, las rutas locales de los miembros de las comunidades y, en particular, de las mujeres para atender los efectos de la violencia y los padecimientos derivados de su rol reproductivo, están en riesgo de quedarse sin uno de los espacios más inmediatos y efectivos. A 2 años de crear

un nuevo dispositivo donde tomaron voz las curanderas no institucionalizadas, puedo observar que se requiere de profundizar en el diálogo para continuar la investigación y buscar en qué lugar cabe, en la actualidad, esta práctica que, si bien no es reconocida por la ciencia como un saber autorizado, ni por el estado como un trabajo productivo, hoy sabemos que genera saber e intercambio económico bajo otras lógicas como la de la reciprocidad, y que al darse en los márgenes del sistema neoliberal, se convierte en un verdadero movimiento disidente representado por el sujeto más subordinado de todos: las mujeres indígenas.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón Ana M, Aldo Vidal, Jaime Neira Rozas. (2003) *Salud intercultural: elementos para la construcción de sus bases conceptuales*. Revista Médica. Chile.
- Almaguer, Gonzáles José Alejandro (2014). *Interculturalidad en salud, Experiencias y aportes para el fortalecimiento de los servicios de salud*, Biblioteca Mexicana del Conocimiento, Gobierno de la República, Secretaría de Salud, México.
- Barrera, Dalia e Irma Aguirre (2003). "Liderazgos femeninos y políticas públicas a favor de las mujeres en gobiernos locales en México", en Dalia Barrera y Alejandra Massolo (comps.), *El municipio: Un reto para la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres*, México, Gimtrap e Instituto Nacional de las Mujeres.
- Blazquez, Norma (2011). *El retorno de las brujas. Incorporación, aportaciones y críticas de las mujeres a la ciencia*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chacravorty, G. Spivak (1990). *¿Puede hablar el subalterno?* Argentina. Universidad Nacional de la Plata.
- Menendez, Eduardo (1994) *La enfermedad y la curación ¿Qué es medicina tradicional?*, Revista Alteridades, México.
- Fausto Sterling, Anne (2006) *Cuerpos sexuados. La política de género y la construcción de la sexualidad*. Editorial Melusina. Barcelona, España.
- Foucault, Michelle (1977) *Historia de la Sexualidad*. 1-La Voluntad de Saber. Siglo XXI.-----
----- (1987) 3-La Inquietud de sí.
- Haraway, Donna (1991). *Ciencia, ciborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*. Ediciones Cátedra.
- Harding, Sandra (1996). *Ciencia Y Feminismo*. Ediciones Morata. España
- Michelet, Jules (2009). *La Bruja. Un estudio de las supersticiones en la Edad Media*. Editorial Akal.
- Perafan Carlos Y Savendoff William (2001). *Los Pueblos Indígenas y la Salud: Cuestiones para la discusión y el debate*. Informe del Banco Interamericano de desarrollo.
- Posada Kubissa, Luisa. (2006) *Diferencia, identidad y feminismo: una aproximación al pensamiento de Luce Irigaray*. Logos, Anales de Metafísica. Vol. 39. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Prieto Hernández, Diego y Utrilla Sarmiento, Beatriz (2006). *Los pueblos indios de Querétaro*. CDI. México.
- Viveros, Vigoya, Mara (2016). *La interseccionalidad: una aproximación situada a la dominación*. Revista Debate Feminista, Número 52. UNAM, PUEG. México
- Zolla, Carlos (1994). *La Medicina Tradicional de los Pueblos Indígenas de México*. Tomo II. Instituto Nacional Indigenista.
- Otros:
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (2010-2014) Cédulas de información básica de los pueblos indígenas de México Disponible en: <http://www.cdi.gob.mx/index>.
-
.....(2008) Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2015). *Proyecciones de Población 2010-2030*, México. Consultados en línea el 23 de noviembre de 2015, en: www.conapo.org.mx
- Encuesta Intercensal (2015). Principales resultados de la Encuesta Intersensal 2015: Estados Unidos Mexicanos/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2013). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Cuenta satélite del sector salud de México 2013. Año base 2008, México. Consultado en línea el 23 de noviembre de 2015, en: www.inegi.org.mx

Cathia Huerta Arellano. [pp. 52–62]

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [2015]. *Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014*, México, Microdatos. Consultados en línea el 22 de noviembre de 2015, en: www.inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [2015]. *Encuesta Intercensal*, México, Tabulados básicos. Consultados en línea el 22 de noviembre de 2015, en: www.inegi.org.mx

Organización Mundial de la Salud (OMS) [2015].

Campañas mundiales de salud pública de la OMS. Consultado en línea el 24 de noviembre de 2015, en: <http://www.who.int/campaigns/world-healthday/2015/event/es/.....> [2013]. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014–2023.

Sistema Nacional de Información de Salud (SINAIS) [2015]. Cubos dinámicos. Consultados en línea el 22 de noviembre de 2015, en: www.sinais.org.mx





ACTORES SOCIALES EN LA VALORACIÓN DE LA PERMANENCIA ESCOLAR EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

SOCIAL ACTORS IN THE ASSESSMENT OF SCHOOL CONTINUITY IN HIGHER EDUCATION

Carla Patricia Quintanar Ballesteros^{1*}, Ana Hilda Uribe Carrillo², Erik Vallejos Preciado³.

¹ Comisionada para la Coordinación Académica del PEEME para EMS, SEDEQ 2017-2020

² Comisionada para la Gestión Interinstitucional del PEEME para EMS, SEDEQ 2017-2020

³ Comisionado para la Instrumentación Cuantitativa del PEEME para EMS, SEDEQ 2017-2020

* Autor de correspondencia, correo: carlapatriciaqb@e.cobaq.edu.mx

Resumen

La permanencia escolar y la pertinencia de los aprendizajes son focos sustantivos de las políticas educativas, pues su ejercicio está ligado al de otros derechos fundamentales. En particular, resulta importante lo que ocurre en Educación Media Superior (EMS), por tratarse del último eslabón de la educación obligatoria y preámbulo para el ingreso a la Educación Superior (ES). La EMS, por un lado, ostenta un indicador nacional de abandono escolar del 12.9% y un 9.9% en el estatal (SEDEQ, 2019); por el otro, recibe el señalamiento constante, por parte de la ES, respecto del desempeño del estudiantado que “se envía”. Por ello, se desarrolló una investigación estatal de gran dimensión, con el objetivo de observar factores que motivan la permanencia escolar y fortalecen los aprendizajes. El universo acotado estuvo conformado por 6 de los subsistemas públicos de EMS más importantes del Estado de Querétaro, con una muestra que alcanzó los 17,179 informantes, quienes vertieron su opinión a través de 5 instrumentos, tanto cuantitativos como cualitativos, donde se recabó la voz de estudiantes, figuras directivas de planteles y docentes. Esta investigación, inédita en nuestra entidad, por su enfoque y su alcance, muestra el impacto que los actores sociales tienen en la valoración de la permanencia escolar en la EMS. La intervención de la familia, la construcción de amistades, la docencia significativa, la mediación directiva y la aspiración por ingresar a la ES –como meta cultural sustantiva del colectivo–, son factores clave para quedarse en la escuela y amar el conocimiento.

Palabras clave: *Actores sociales, Educación Media Superior, Fortalecimiento del aprendizaje, Valoración de la permanencia escolar.*

Abstract

Sustained school continuity attendance and the relevance of learning are essential elements of educational policies, since their exercise is linked to other fundamental rights. In particular, what happens in Higher Secondary Education (EMS) is important, as it is the last step in mandatory education and the preamble to Higher Education (ES). The EMS receives two criticisms, the first refers to the national dropout rating of 12.9% and 9.9% in the state (SEDEQ, 2019) and the second one, to the constant signaling from the ES, regarding the performance of the students who attended EMS. Therefore, a large-scale state investigation was developed, with the objective of recognize factors that motivate sustained school attendance and reinforces learning. The bounded sample was made up of 6 of the most important public subsystems of EMS in the State of Querétaro, with a sample that reached 17,179 informants, who poured their opinion through 5 instruments, both quantitative and qualitative, where the opinion of students, directive board of schools and teachers were taken into consideration. This research, non-existent in our entity, because its approach and focus, shows the impact that social actors have on the assessment of sustained school attendance in the EMS. The family involvement, the construction of friendships, meaningful teaching, directive mediation and the aspiration to enter the ES –as a cultural substantial goal of all– this are all key factors to attend school and love knowledge .

Keywords: *Social actors, Higher Middle Education, Reinforcement of learning, Assessment of school Continuity.*

1. Introducción

1.1. Apuntes conceptuales

La definición de las políticas públicas referidas al abandono escolar en Educación Media Superior (EMS), puede observarse a través de los programas que buscan *combatir* este fenómeno, de cara al *malestar* del propio colectivo, en tanto Estado-Institución, ante los indicadores de lo que también se conoce como “deserción”; concepto que se ha intentado sustituir por tener connotaciones semánticas y semióticas relacionadas con el terreno de lo militar, aunque hablar de “abandono” tampoco termina de convencer.

La semántica influye en la percepción, en los imaginarios sociales y en la toma de decisiones, entonces, hablar de “deserción” es ubicar al estudiante como el sujeto que por cobardía y falta de lealtad deja la escuela y denominarlo “abandono” es depositar en el bachiller la responsabilidad de la no permanencia, pensando que se va por propia voluntad o por no querer esforzarse (Carranza y Sandoval, 2015:88).

Al analizar los programas que buscan disminuir el abandono escolar en la EMS, se observa que, en efecto, se apegan a la idea de “atacar” aspectos que lo propician, los cuales se encuentran muy bien identificados por la investigación nacional y aun internacional (Abril y col. 2008; Blanco y col. 2014; INJUVE, 2010; Navarro, 2001; UNICEF, 2016; Weiss, 2018). Retomando el esquema de Miranda (2018), quien también realiza una revisión de fuentes diversas, es posible agrupar en tres grandes causas: 1) Económicas, 2) Institucionales o escolares y 3) Familiares e individuales. Sin embargo, en México, la reprobación, que cae dentro de los factores asociados a la actuación de la institución, es un aspecto sustantivo, más importante que la falta de recursos para sostener la escolarización; el que, de acuerdo con algunos autores, se relaciona también con la falta de pertinencia que el estudiantado encuentra en los contenidos educativos.

[...] en América Latina, el fracaso escolar es quizás uno de los que nos duelen especialmente. Que nuestros sistemas y escuelas no logren hacer de las trayectorias escolares, procesos exitosos y gratificantes para un importante número de niñas, niños y jóvenes, es algo que nos interpela y alerta permanentemente [o al menos debiera hacerlo] [...] resulta aún más duro el hecho de que este fracaso termina siendo en gran parte, algo “construido” desde la

propia escuela, a partir de sus dinámicas, juicios, prejuicios y prácticas (Román, 2013:34).

El mismo artículo advierte que el fracaso escolar se intensifica entre los sectores más pobres; en especial los pertenecientes a las zonas rurales. En diversa literatura se encuentra, a este respecto, la referencia sobre la tendencia de la escuela a reproducir la desigualdad o negar las diferencias de capital cultural, mediante prácticas de segregación (grupos aparte para los más “atrasados” o con necesidades de aprendizaje especiales, sentar delante o premiar a los más “listos”, entre otras). Así, se genera un círculo vicioso: la o el estudiante reprueba, repite grado o tiene problemas de “disciplina” –resistencia a los códigos socializadores que entrega la escuela–; y el sistema, en el mejor de los casos, le etiqueta como joven-problema o, peor aún, *invisibiliza*: “los segrega y estigmatiza al asumirlos como sujetos carentes de las capacidades y disposiciones para aprender” (Román, 2013:38).

La significatividad de los aprendizajes y el desarrollo de las capacidades estudiantiles, entonces, adquiere también relevancia, pues ya se expresó que la reprobación, ligada a la falta de sentido o comprensión de los contenidos educativos, es un factor determinante para que el estudiantado repela o sea repelido por el sistema; por lo que cabe preguntarse por la pertinencia de lo que se enseña y, quizás de manera central, por la efectividad de las metodologías o los enfoques didáctico-evaluativos que se privilegian, respecto de lo que hace sentido a los propios sujetos de derecho, a quienes poco se ha preguntado sobre sus maneras de aprender, valorar y estar en la educación.

El Estado se ha comprometido a que la Educación Media Superior (EMS) asegure que los adolescentes adquieran competencias comunes para una vida productiva y ética. Esto implica que las instituciones de educación media superior acuerden un núcleo irreductible de conocimientos, habilidades y actitudes que todo bachiller debe dominar, en ejes transversales indispensables entre los que se encuentran el lenguaje, las capacidades de comunicación, el pensamiento matemático, el razonamiento científico, la comprensión de los procesos históricos o la toma de decisiones y el desarrollo personal. (DGB/DCA/SPE/DES-09-2016:3).

La pretensión de fondo de este enfoque curricular para la EMS sería ejercitar la posibilidad de *aprender a aprender*; es decir, se trata de formar para ser autónomos, ejercer la democracia y la libertad: “El ciudadano libre, desde la visión de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) es aquel que vive sin miedo y sin miseria” (DGB/DCA/SPE/DES-09-2016:8). Y esto es justo lo que se busca fortalecer, para aportar a su consolidación; lo que teóricamente debería reflejarse en los indicadores de aprobación, aprovechamiento y permanencia escolar.

Estos señalamientos son, precisamente, los que llaman la atención; por lo cual se observó la necesidad de dar una vuelta de tuerca al análisis de la problemática, para identificar más bien aquellos factores que motivan la permanencia escolar y dan sentido a los aprendizajes, particularmente en la entidad de referencia, donde la EMS no cuenta con estudios propios de esta naturaleza. Por un lado, en atención a que se trata de un fenómeno que la investigación identifica como multifactorial y complejo, pero que se ha simplificado al “culpabilizar” al estudiantado por dejar la escuela; por otra parte, porque el tema de la reprobación, como factor determinante del abandono escolar, se ha visto igualmente colocado del lado de la población que se atiende, en tanto se manifiesta que es el estudiantado quien no alcanza a otorgar sentido a los aprendizajes que se le ofrecen; o bien, que es el nivel anterior el que no consigue “mandarlos” bien preparados para afrontar las exigencias del que le sigue y, de todos modos, quien sufre las consecuencias es la juventud estudiantil, que continúa manifestando “bajos” desempeños. Fundamentalmente porque, al momento, la forma de afrontar la problemática, no ha dado los resultados esperados, ya que el “fracaso” estudiantil es espejo del fracaso del propio sistema; así como propiciar que las juventudes permanezcan y aprenden, representaría el *éxito* de la institución y el Estado de Derecho.

1.2. Propósitos del estudio

La investigación fue de tipo diagnóstica para un ámbito Estatal y se estructuró en dos grandes objetivos de trabajo.

Por un lado, identificar fortalezas y oportunidades en las prácticas de evaluación formativa para

el desarrollo de competencias en EMS; se tomó la evaluación formativa como centro, ya que esta práctica es, de acuerdo con la documentación previa, indicativo central del tipo de formación que se propone en los centros escolares, por lo que conocer cómo se enseña y evalúa, así como saber cuáles prácticas didáctico-evaluativas hacen sentido al estudiantado, es sustantivo para propiciar la calidad de los aprendizajes.

El otro objetivo fue conocer si las acciones mínimas, propuestas por los programas *contra el abandono escolar* suscritos a la EMS, logran adaptarse a los contextos escolares y a los sujetos de derecho; así como identificar factores afectivos e interpersonales asociados al éxito en la permanencia escolar (estudiantes que logran llegar a los últimos ciclos), ya que es una información, esta última, con la que no se contaba y que es de alto interés, por recuperar y observar las percepciones de los sujetos de derecho.

En ambos casos, la finalidad fue generar información confiable, contextual y propia, que permita al Estado en general y a los subsistemas de EMS participantes en particular, tomar decisiones focalizadas, crear adecuaciones o estrategias para la mejora educativa, en lo que se refiere a las prácticas didáctico-evaluativas que se propician en los planteles y las acciones para motivar la permanencia escolar que, como el estudio corrobora, son dos fenómenos que se relacionan de modo estrecho.

3. Materiales y métodos

2.1. Metodología general

El estudio se llevó a cabo de septiembre de 2017 a diciembre de 2019; a lo que se engarza el seguimiento subsecuente de la difusión y el uso de resultados, que culmina en diciembre de 2020.

La metodología y los instrumentos para la recolección de datos fueron de construcción propia. En la Figura 1 se observa el proceso sistematizado que rigió el estudio, el cual se siguió con cada uno de los instrumentos para, al final, elaborar análisis individuales y globales. Se subraya la estricta observación de apego a derecho y resguardo de la identidad de informantes; en particular del estudiantado, en su calidad de menores de edad y sujetos de derecho de la acción educativa.

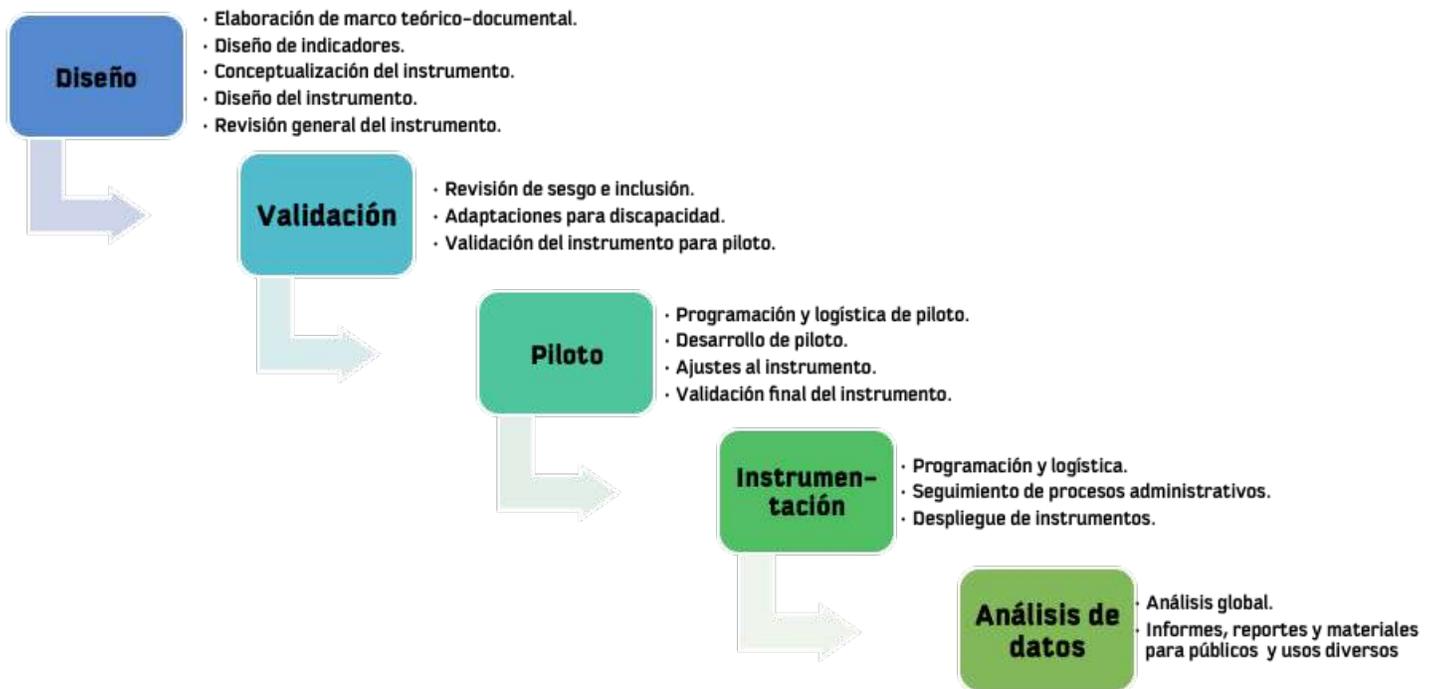


Figura 1. Metodología general del estudio

2.2. Población

De acuerdo a cifras del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2018), para la entidad de referencia había una población de 118,984 jóvenes en el rango de edad de 15 a 17 años [edad típica para cursar la EMS]. En el Estado de Querétaro, para el inicio del ciclo escolar 2018-2019 se atendía a 93,627 estudiantes, en todas las modalidades y tipos de sostenimiento; para el caso del sostenimiento público, se contaba con una matrícula

de 68,879 y para la privada, de 24,748 (USEBEQ, 2019). Este universo se acotó a la participación de 110 planteles, pertenecientes a 6 subsistemas de sostenimiento público, de la modalidad escolarizada que, en 2018, al acotar el estudio, contaban con una población de 58,592 estudiantes, representando el 62.8% de la matrícula total de EMS en el Estado y un 85% de la relativa a sostenimiento público. El desglose de la participación se registra en la Tabla 1.

Tabla 1. Participación global del estudio.

SUBSISTEMA	NÚMERO DE PLANTELES	MATRÍCULA 2018	PARTICIPACIÓN DE LA MATRÍCULA EN EMS
COBAQ	58	34,273	36.6%
CONALEP	04	3,471	3.7%
CECyTE	12	8,969	9.6%
UEMSTIS	05	8,913	9.6%
UEMSTAYCM	02	1,455	1.7%
TBC	29	1,511	1.6%
TOTAL	110	58,592	62.8%

Tres de los subsistemas participantes están adscritos al ámbito público estatal: el Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro (COBAQ), el que también alberga a los planteles de Educación Media Superior a Distancia (EMSaD); el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Querétaro (CECyTE); y el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). Dos más, son operados por la Delegación Federal de la Secretaría de Educación Pública: la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Industrial y de Servicios (UEMSTIS), de la que participaron el Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios (CETIS) y el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS); así como la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (UEMSTAyCM), de la que participó el Centro de Educación Tecnológica Agropecuaria (CBTA). También se integró el Telebachillerato Comunitario (TBC), cuya operación en la entidad no depende de ningún subsistema, al estar alojado directamente en la Secretaría de Educación del Estado (SEDEQ). Además, tres de los subsistemas cuentan con programas especializados para la atención de estudiantes con discapacidades diversas, los que también se consideraron para el estudio: el COBAQ y el CECyTE manejan un Bachillerato Incluyente, bajo modalidad escolarizada; mientras que la UEMSTIS alberga un Centro de Atención para Personas con Discapacidad (CAED), el que trabaja con sistema de Preparatoria Abierta.

2.3. Instrumentos y muestra

El foco fundamental de la investigación fue el estudiantado, ya que se buscó privilegiar la voz de los sujetos de derecho. Otros actores prioritarios fueron las figuras directivas de planteles, por ser las mediadoras de los procesos educativos en contexto; así como el personal docente, quien finalmente se encuentra frente a los grupos concretos y se encarga del desarrollo central de la propuesta educativa.

2.3.1. Instrumentos cuantitativos

En las encuestas en línea con estudiantes se levantaron 46 reactivos con opción a 51, iguales para la población de 2° que para la de 6° semestre. Se envió a cada plantel un programa para obtener su muestra mínima, únicamente tecleando su población de mujeres y hombres. Para el diseño de la muestra de las encuestas para estudiantes,

el Universo se estableció en la matrícula existente de estudiantes de EMS en el Estado de Querétaro, la Población de estudio la conformaron estudiantes que cursaban el 2° y 6° semestres; en el marco de muestreo para cada plantel se calculó la muestra para una población finita de estudiantes de EMS, en este sentido y para este instrumento, se tomó el valor [estándar] de nivel de confianza del 95%, se valoró cuantitativamente el tamaño muestral y se calculó proporcionalmente el tamaño de la muestra de cada plantel tomando en consideración la matrícula por turno (matutino o vespertino) y el sexo de los sujetos de estudio (mujeres y hombres). La selección de la muestra fue probabilística, a través de una selección aleatoria de individuos; cabe mencionar que se establecieron criterios al momento de la selección para lograr la cantidad adecuada de participantes en el estudio, tomando en consideración el turno y sexo de la población, asegurando la proporción de validez de la muestra seleccionada. Finalmente, como se aprecia en el Figura 2, la Selección de la Muestra fue Probabilística, a través de una Selección Aleatoria de Individuos.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N Población

Z α Nivel de Confianza

e Margen de error

p Probabilidad de éxito o proporción esperada

q Probabilidad de fracaso

La encuesta en línea para figuras directivas de planteles fue de carácter censal, por lo que se encuestó al 100% de directoras y directores de planteles participantes, a través de 20 reactivos dedicados a identificar cuáles acciones mínimas, de las sugeridas por los programas contra el abandono escolar, se llevan a cabo en planteles. Además, se abrieron secciones donde se pidió a los actores que evaluaran la efectividad de manuales, acciones preventivas, acciones para atender el rezago académico y capacitaciones que se han establecido por los programas mencionados, de acuerdo con el contexto de su Plantel.

2.3.2. Instrumentos cualitativos

Los *grupos de discusión* con estudiantes de 6° semestre, sin duda, representaron la instrumentación más compleja del estudio, pero también una de las más enriquecedoras, al tener la posibilidad de escuchar la voz directa del estudiantado y profundizar en su sentir. Se establecieron 11 Grupos de Discusión, donde el décimo primero correspondió a estudiantes con discapacidad de las tres instituciones que trabajan esta atención. Cabe señalar que se incorporaron reactivos de control, derivados de esta entrevista, en las encuestas para estudiantes, lo que otorgó validación adicional al instrumento. La técnica de grupos de discusión, por ser cualitativa, no se sustenta en la *medición* numérica sino en la definición de constructos teóricos [Carballo y Guelmes, 2015], por lo que no requiere necesariamente la determinación de una muestra estadística; sin embargo, se prefirió validarla también en este sentido, por su relevancia para el estudio. Es así que el Universo se conformó con los 110 planteles participantes; el tamaño de la muestra se realizó en primera instancia para los planteles, con un nivel de confianza del 90% de manera global; se obtuvieron 16 planteles sobre los que se realizó una selección aleatoria; la población se estableció de manera proporcional a la cantidad de planteles y matrícula de cada subsistema; se calculó la participación en la proporción de la muestra en 68 estudiantes, como mínimo para el estudio. El marco del muestreo se constituyó a través de un listado de estudiantes y la selección de la muestra fue probabilística a través de una selección aleatoria de individuos, de acuerdo a la proporción determinada del tamaño de la muestra; con lo anterior y tomando en consideración el tipo de instrumento, se logró una dispersión adecuada global y válida para cada subsistema, plantel y sujetos de estudio [graficada].

Para las *entrevistas colectivas* con docentes significativos se substituyó el piloto por una validación por especialistas, ya que se consideró que la ausencia de docentes en aula debiera ser sólo para ofrecer información a utilizar. Para la validación, se configuró un cuerpo colegiado específico de corte interdisciplinar, se diseñó una metodología especial y un sub-instrumento de valoración; tras dos rondas de revisión, el instrumento alcanzó un 98% en el promedio

de calificación. Se establecieron 2 grupos de docentes, cuya determinación

se realizó por bola de nieve [Martín-Crespo y Salamanca, 2007], a partir de los nombres mencionados de manera espontánea por el estudiantado que participó en Grupos de Discusión, respecto de maestras y maestros que, a decir del estudiantado, “saben enseñar, motivan y dejan huella” (71 referencias). La selección se hizo a través de muestreo por conveniencia, basado en una serie de criterios: a) Identificación de sujetos (se logró identificar a 35 docentes), b) Determinación de mínimos y máximos (12 a 20 informantes), c) Proporción entre subsistemas, género y área académica. La muestra se sobregiró a 24 informantes, de los que se logró entrevistar a 21 docentes.

En ambos casos, se construyeron 10 tópicos de indagación, que se tradujeron en un guion para entrevista semiestructurada; además de 3 instrumentos auxiliares: registro de observación, ficha de control interno y encuesta de entrada; el primero, para que el equipo entrevistador y observadores recabaran notas de la sesión, el segundo para ubicar a los informantes en la sala y el tercero para levantar la caracterización de los sujetos. Las sesiones se videograbaron y se transcribieron, de manera posterior, por un equipo formado para el efecto, al que previamente se impartió el curso *Lenguajes del pensamiento*, donde colaboraron 5 ponentes.

3. Resultados y discusión

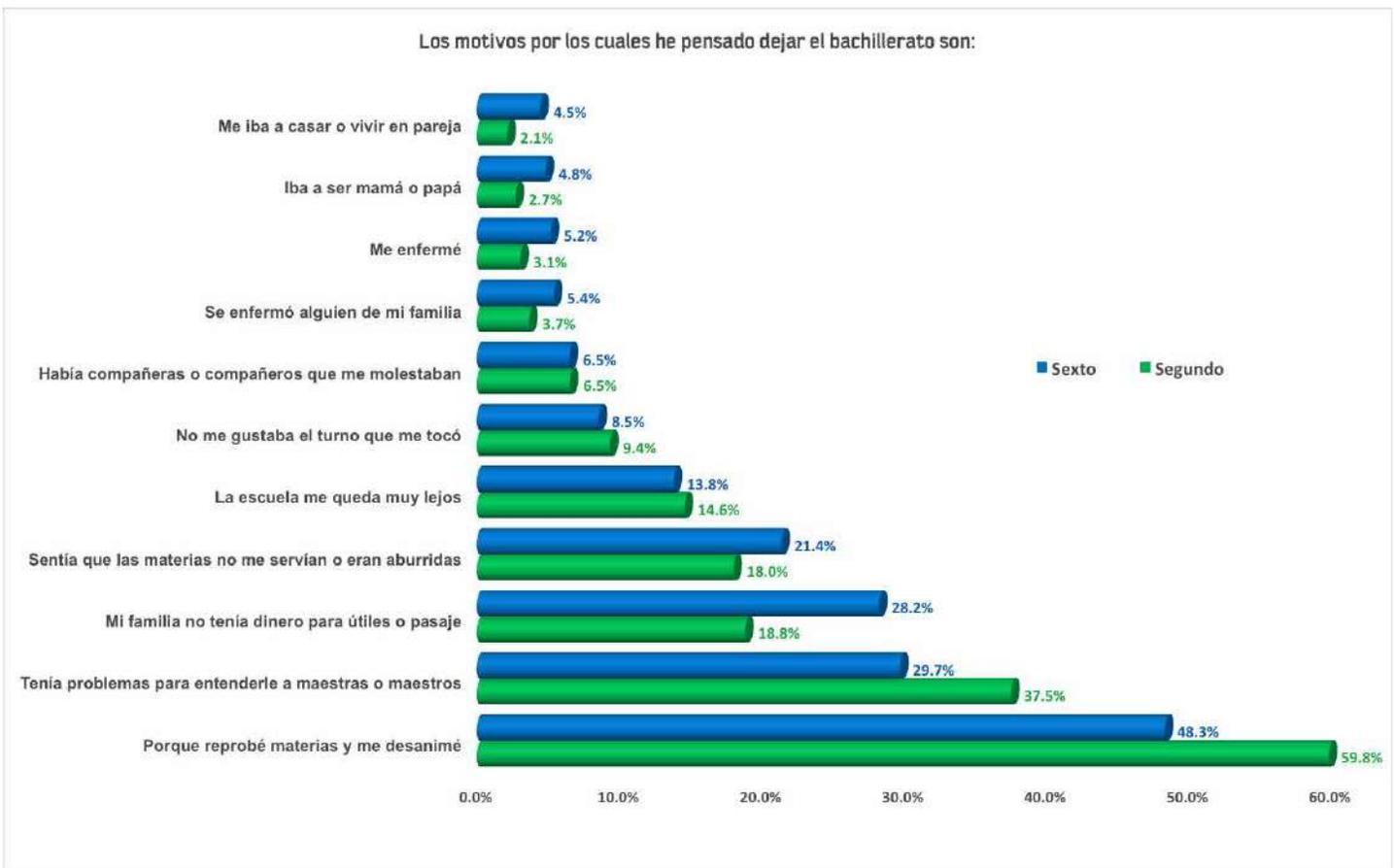
Es muy robusto y revelador el cuerpo de datos que se recuperaron, lo que permite contar con una visión propia, tanto panorámica como de fondo, sobre las percepciones de los actores esenciales de la EMS pública en Querétaro; por lo que la investigación ha generado más de 20 productos y otras tantas acciones derivadas, sin contar aquí la puntual documentación de los procesos. Por ello, sólo se comentan resultados centrales de interés global, devenidos del cruce en el análisis de datos.

Las 5 causas principales de abandono escolar, detectadas por las figuras directivas de planteles, coinciden en buena medida con la revisión documental

previa: reprobación de materias (12.7%), carencia de recursos económicos de la familia (11.8%), carencia de proyecto de vida o vocacional del estudiantado (11.8%), falta de involucramiento de la familia (8.4%) y migración de estudiantes y sus familias (7.8%). Lo anterior se refiere a quienes, de hecho, abandonaron la EMS.

Sin embargo, también se detecta que casi 4 de cada 10 estudiantes de 2° semestre han pensado en

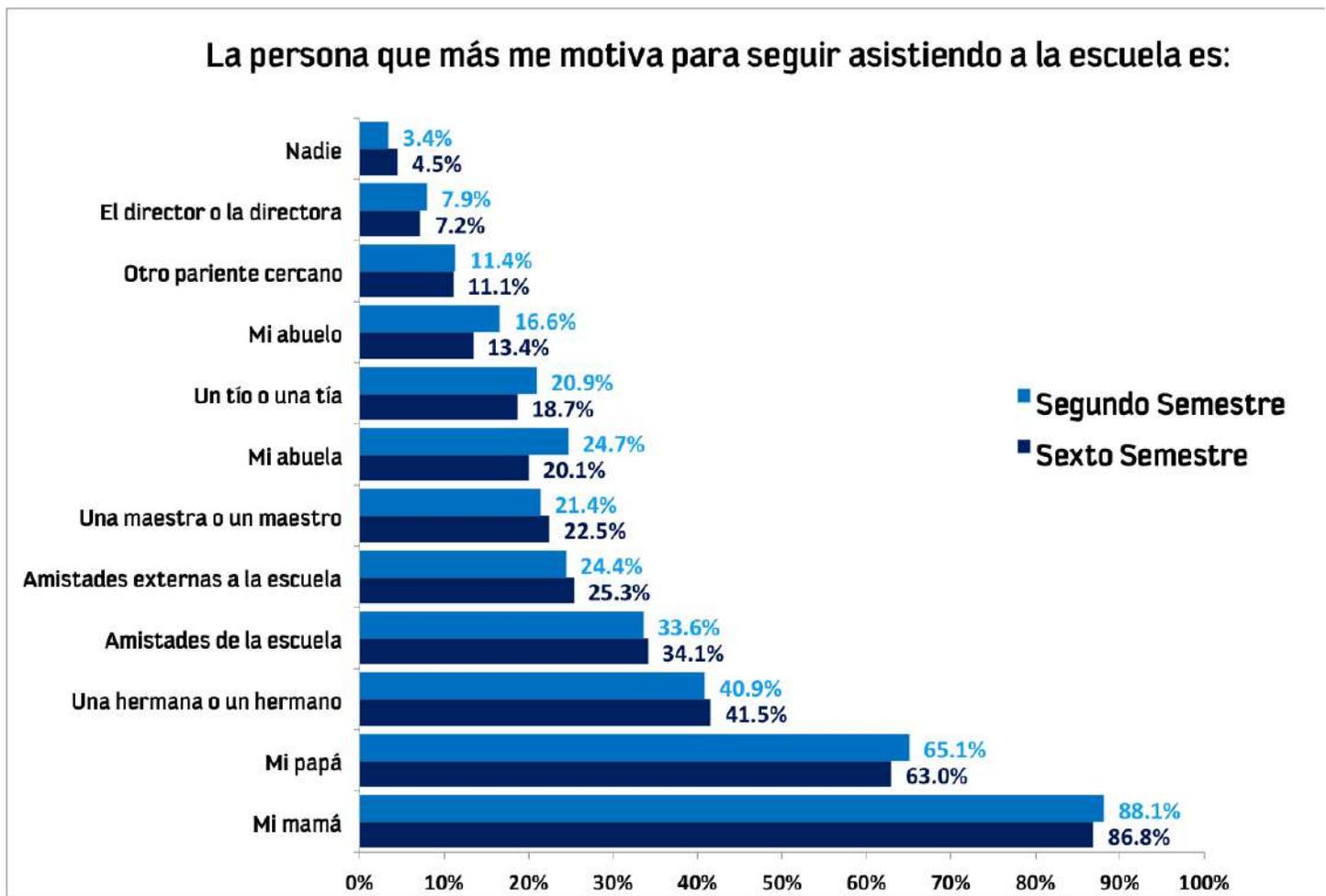
abandonar la EMS (38.7%); mientras que 3 de cada 10 estudiantes de 6° semestre también lo llegaron a considerar (31%). En ambos casos, como expresa la Gráfica 1, entre las 5 primeras causas, 3 apelan al sentido de los aprendizajes; donde el desánimo por reprobar materias y sentir que éstas no les servían o eran aburridas, son situaciones que afectan en mayor medida a los hombres; mientras que tener problemas para entender a docentes, afecta más a las mujeres.



Gráfica 1. Motivos para pensar en abandonar los estudios, por parte de estudiantes.

Entonces, qué hace contrapeso al momento de la decisión, para propiciar la permanencia en la EMS. En grupos de discusión con estudiantes de 6°, resalta el hecho de que la familia, en particular la madre, es fundamental para sostener la permanencia a lo largo

de la trayectoria educativa formal, hasta concluir la EMS; seguida de las amistades y las figuras docentes significativas. A este respecto, el reactivo de control, incluido en encuestas con estudiantes, resulta revelador; el que se presenta en la Gráfica 2.



Gráfica 1. Persona que más motiva al estudiantado para seguir asistiendo a la escuela

El peso de la familia es de subrayarse, pues los grupos de discusión con estudiantes de 6°, revelan que la construcción de una meta que sostiene la trayectoria en EMS, es un factor central para dar sentido al sostenimiento de la permanencia; proyección que también encuentra su cimiento en la valoración que la familia construye respecto de la escolarización. Se descubre que, el estudiantado que ha logrado llegar a últimos ciclos, cuenta con al menos una figura primaria de referencia, para quien la escolarización se identifica con la ampliación de oportunidades y la mejora de las condiciones de vida, respecto de las alcanzadas por la propia persona de referencia, quien suele colocarse como *ejemplo-inverso* para que la nueva generación evite repetir esquemas, comúnmente relacionados con la pobreza y los trabajos poco remunerados o poco valorados socialmente, pero

también en relación con condicionantes sociales de género; de ahí, quizás, que la madre sea una impulsora central de la permanencia escolar, mayormente señalada por estudiantes mujeres. En el mismo sentido, para el 77.8% del estudiantado de 6°, la meta fundamental para permanecer en la EMS es el deseo por ingresar a la ES, pues les motiva la idea de “superarse”, devenida de la influencia familiar comentada, lo que se identifica con tener una carrera profesional. Es interesante considerar que sólo el 8.5% de los padres y el 7.6% de las madres de estudiantes de 6° cuentan con bachillerato concluido.

Los programas relacionados con la orientación educativa y el proyecto de vida, al parecer también influyen en la definición o la clarificación de las metas que soportan la permanencia. Los grupos de discusión coinciden en comentar que, si bien desde la niñez existe

la idea de *seguir* estudiando, ésta se consolida alrededor del 3er semestre de EMS, donde se experimenta una evolución que denominan como “madurez”; mientras que las mayores crisis que orillan a pensar en el abandono, suceden entre el 1º y 3er semestre. El 71% de estudiantes de 6º encuestados, indica que los aprendizajes y experiencias que se ofrecen en la EMS le servirán para su bienestar futuro.

El rol de las amistades es también sustantivo, ya que éstas constituyen la segunda interrelación que propicia la permanencia. Se observa que, al incorporarse a un colectivo novedoso, en su ingreso a la EMS, se produce una reacción del *instinto social* por la que se busca una suerte de “arista de identidad”, en el sentido de hacerse de “aliados” para apoyar la adaptación al nuevo ecosistema social; por lo cual, la atención se centra en identificar a alguien parecido, que posiblemente coincida en la vivencia de la incertidumbre. La consolidación de grupos amistosos, ha devenido, para el estudiantado “exitoso”, en la conformación de micro-comunidades de apoyo emocional y de aprendizaje que llegan incluso a *suplir* “carencias” didácticas (*no entender una materia o tarea*). Así, la amistad se estructura como una nueva figura fraterna, de referencia primaria, que se anima y sostiene a lo largo de la trayectoria en la EMS, en tanto se comienzan a tejer metas comunes que logran consolidarse gracias al entramado fraterno (familiar). Las amistades, por cierto, pueden igualmente influenciar en sentido negativo y propiciar el abandono. Para **bachilleratos incluyentes**, la amistad parece tener un lugar relevante, por momentos colocada por encima de la familia, pues a este grupo le resulta particularmente importante contar con el impulso de los pares, identificarse en su singularidad comunitaria y sentirse orgullosos unos ante otros, por lo que suelen *competir* en lo académico como un motivante, pero siempre en ayuda mutua.

Otros motivos para permanecer, registrados en las entrevistas con 6º semestre, se relacionan con la idea de corresponder al esfuerzo que hace su familia para financiar los estudios, pues suele haber sacrificios para ello; así como ser un ejemplo, a su vez, de fortaleza, constancia y superación, en particular ante los parientes de menor edad. Sin embargo, llama la atención que también les motiva el conocimiento en sí, el aprendizaje como una meta; en específico, para bachilleratos

incluyentes, “ser inteligente, ser educado y aprender”, constituye un factor sustantivo para permanecer. En este tema, por otra parte, se observa la influencia de *docentes significativos*.

La figura docente, como se observa en la Gráfica 2, se coloca al centro de las relaciones interpersonales que motivan la permanencia escolar, junto con la abuela; lo que no es un referente menor, aunado a que ésta ejerce mayor influencia en la permanencia de los hombres y subrayando que su figura tiene a la *experiencia* como connotación cultural. Entre el grupo de *docentes significativos* y el estudiantado que los identificó, se observa una simbiosis, incluso a nivel corporal, al igual que en la expresión conceptual y en valoraciones relacionadas con el conocimiento, la motivación y la perseverancia. Lo que más recordarán de su paso por la EMS, serán amistades y docentes; a decir del estudiantado.

Resalta la complejidad significativa que el estudiantado otorga a la figura docente que “sabe enseñar y deja huella”. Ponderan a un enseñante exigente, que pone límites, tiene reglas claras, domina su materia y les reta en lo académico; pero que es justo, equitativo, congruente y flexible al asignar trabajos, calificaciones y trato hacia el grupo. Son docentes que “transmiten pasión, combaten la ignorancia”, aman su materia y su profesión; aconsejan, regañan y escuchan, por “el bien” de sus discípulos; empoderan, motivan y gustan de estar con ellos; sobre todo, les gusta enseñar, son apasionados y muy pacientes para “explicar de muchas maneras”. Palabras como *amor, alegría, energía, dinamismo, confianza, inspiración, ejemplo, claridad*, son comunes también al referir al *docente significativo*, al que llegan incluso a comparar con “un dios”, por su saber. Esto refuerza la importancia y la alta responsabilidad de la figura docente como intelectual y guía social.

Por su parte, al hablar de evaluación formativa, los *docentes significativos* entrevistados coinciden en expresar que lo esencial es la observación, desde los sentidos y los sentimientos, reconociendo la singularidad humana del estudiantado a partir de la intuición sustentada en el acercamiento y la construcción de confianza, al momento de valorar o calificar el desempeño. Son procesos, dicen, que no se pueden registrar en un instrumento de evaluación, de los que sólo se puede

dar cuenta en “la intimidad del aula”, como expresan estos docentes, de manera textual, en esta reveladora metáfora que alude al contacto de las personas y las emociones; es decir, lo íntimo, la presencia plena, como un espacio de encuentro comunicativo, subrayando que la función sustantiva de la Comunicación es la creación de cultura: el amor por el conocimiento, en este caso.

En cuanto al papel de la figura directiva de plantel, el 39.4% de estudiantes encuestados de 6º semestre, reporta que pueden confiar en ella para hablar de problemas escolares o situaciones personales que les afectan; es decir, ante las contrariedades que pueden presentarse a lo largo de su trayectoria, la escucha y la intervención de la figura directiva es un fundamento que aporta a la continuidad de sus estudios. Esta intervención queda más clara cuando se enfocan las respuestas de los grupos de discusión sobre este actor educativo: el 35% expresó que los directivos en planteles se ocupan de ellos, saludan, asesoran y escuchan, se involucran en la resolución de sus problemas; este apoyo es percibido favorablemente, en todos los casos, por estudiantes del TBC, donde la o el directivo también es docente de asignaturas. El 63% indica que en los planteles se le da confianza para concluir el bachillerato y un 64% piensa que el ambiente que ahí se promueve le motiva a seguir estudiando, mientras que sólo el 37% piensa que en su plantel consideran su opinión para decidir sobre problemas que se presentan o actividades y proyectos a realizar; los tres son factores que atañen al liderazgo y la calidez directiva.

Conclusión

Parece existir consenso, incluso a nivel internacional, sobre los factores que detonarían el abandono escolar. Algunas investigaciones sobre el fenómeno, coinciden en caracterizarlo como el clímax de un proceso donde el estudiantado se desvincula de modo paulatino de la escuela: “un proceso acumulado de desencuentros con la escuela” (Mena y col. 2010:122), relacionado con una serie de situaciones socioeconómicas, familiares y escolares que se identifican como foco rojo. Este “proceso de desenganche escolar puede definirse como la lenta y progresiva acumulación de fuentes de alejamiento de la escala de valores, las pautas de actuación y los símbolos

de identificación con la escuela” (Mena y col. 2010: 123). Pero, al cuestionarnos si cabría hablar de un proceso “inverso”, el que atañe al “enganche” con la escuela, el estudio indica que la valoración que los actores sociales construyen en torno a la escolarización, como aspiración cultural identificada con la posibilidad de alcanzar niveles de vida dignos, es sustantiva para sostener dicha trayectoria escolar, hasta alcanzar los últimos grados de la EMS.

La EMS se manifiesta, para el estudiantado, precisamente como un puente (mediación) que se mantiene si existe enlace entre la Educación Básica, la Superior y las fuentes de empleo, para facilitar y, en su momento, garantizar el paso de una a otra; por lo cual no es posible seguir hablando de trayectorias lineales, donde un nivel “avienta” estudiantes al otro, sino que la influencia para dar sentido al esfuerzo de la permanencia, construir aprendizajes significativos y metas viables, es multidireccional; lo que invita a fortalecer la comunicación entre niveles y modalidades. En este sentido, se descubre que el estudiantado de 6º cuenta con saberes, valores y habilidades básicas esperadas, reflejadas en su dominio conceptual y estructural, al menos en la expresión oral; por lo que sería necesario enlazar la congruencia didáctico-evaluativa con los primeros grados de ES, para enfocar más las fortalezas (conocimientos previos, perfiles de egreso-ingreso) que las debilidades.

Sin embargo, se reconoce que la familia y otros grupos de referencia primaria son quienes actualmente sostienen la permanencia escolar en la EMS; así como es la calidad de las relaciones interpersonales -presencia, escucha, motivación y calidez-, la que influye de manera decisiva en la valoración de la escolarización por parte del estudiantado, la que se presenta en el ideario colectivo como opción de vida y legítimo deseo de la comunidad por brindar a la nueva generación bases para fincar oportunidades inéditas al momento para el grueso social; así como a estas juventudes les alienta la noble idea de constituirse en motivo de orgullo y ejemplo para los suyos.

Por supuesto que al estudiantado le significa también la dignidad de los espacios, laboratorios, acceso a internet y materiales escolares; donde también se observa que el deporte, el arte y la socialización son actividades a fortalecer, ya que apoyan en la construcción de lazos comunitarios más incluyentes. Sin embargo, a la escuela le

enganchan fundamentalmente esos lazos relacionales, la posibilidad de construir comunidad. “Si te sientes feliz en tu plantel, te motivas a estudiar”, es una frase emblemática de la investigación, expresada por un estudiante de 6º, ya que sintetiza la naturaleza del encuentro emotivo con la EMS. Como en cualquier relación, más fácil permanecer donde hay afecto, reconocimiento, gusto y sonrisas para afrontar los retos, que no son pocos en la EMS y menos en la ES, como meta o trama común entre niveles. Es más fácil quedarse donde la persona se siente *identificada* –vista, escuchada, incluida–. El empoderamiento del estudiantado, la propuesta de proyectos que atienden situaciones próximas a las juventudes y su comunidad, es otro distintivo de la docencia significativa, por ejemplo; así como escuchar palabras de aliento de la figura directiva, recibir atención pronta y amable del personal administrativo, son actitudes que significan.

La investigación arroja que la EMS pública ha logrado fortalezas sólidas que es posible consolidar, pues estos datos permiten enfocar prioridades y posibilidades para el aprovechamiento y la adaptación de los recursos. Espacios sombreados al aire libre para estudiar y convivir, retas de basquetbol, el grupo de danza, los viajes de estudio, el trabajo práctico y en equipo, el liderazgo directivo en las academias, la resiliencia y la integración docente, la comunicación con la familia, son acciones que significan, en tanto gestan y estrechan lazos humanos, los que anudan la red de contención que sostiene al estudiantado a través de su educación formal, así como le confiere una identidad de valor al saber y la escolarización, como acciones de sentido cultural.

Resumen Curricular

M. en C. Carla Patricia Quintanar Ballesteros

Doctorante de Educación en la FUNIBER. Maestra en Ciencias de la Educación por la UAQ. Licenciada en Ciencias de la Comunicación por el ITESM, Campus Querétaro. Obtuvo el 3er puesto del Premio Nacional de Investigación Social y de Opinión Pública 2017 del CESOP. Actualmente es Jefa de Departamento de Gestión y Desarrollo de Proyectos Académicos de la Dirección Académica del Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro e imparte los Laboratorios de Creación de la Maestría en Arte para la Educación adscrita a la Facultad de Bellas Artes de la UAQ.

M.A. Ana Hilda Uribe Carrillo.

Estudiante del Doctorado en Humanidades en la U. ANAHUAC Campus Querétaro. Maestra en Administración por la UAQ, con dos especialidades: Mercadotecnia y Alta Dirección. Licenciada en Administración por la UAQ con área terminal en finanzas. Especialidad en Política y Gestión Educativa por FLACSO México. Actualmente es Directora de Planeación, Programación y Presupuesto del Colegio Bachilleres de Querétaro y responsable del Consejo Estatal de Planeación y Programación para la Educación Media Superior (CEPPEMS).

L. I. Erick Vallejos Preciado.

Licenciado en informática por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Trabajó en el Hospital Clínica del Mar en Mazatlán, en donde fue responsable administrativo del banco de sangre y terapia intensiva. Fue responsable de archivo en el Juzgado Tercero de Distrito en Tepic, Nayarit. Fue técnico especializado en el Departamento de Informática y actualmente es responsable del Departamento de Estadística en el Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro.

Agradecimientos

El equipo coordinador aplaude fundamentalmente a estudiantes, seguidos de docentes, directoras y directores de plantas de COBAQ, CONALEP, CECyTE, TBC, UEMSTIS y UMESTAYCM, de cuya voz aprendemos hoy. También, por abrir altruistamente sus puertas, nuestro agradecimiento a la Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC), el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET), la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ), el Posgrado de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), el Posgrado de la Facultad de Psicología de la UAQ, la Escuela de Bachilleres de la UAQ, la Preparatoria Abierta del COBAQ, los Programas de Inclusión del COBAQ y el CECyTE-UPSRJ, el Centro de Atención para Estudiantes con Discapacidad (CAED) y la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ). De manera personal, abrazamos a colegas que, con amor desprendido por la educación, aportaron en algún momento y diversas medidas el

proceso; con particularidad emotiva y admiración, a las doctoras: Ileana Cruz Sánchez, Rocío Andrade Cázares, Josefina Arellano Chávez, Rubén A. García Mendoza y Juan M. Peña; a los doctorantes: José Alonso Fernández López y Ma. del Pilar García Ponce; a las maestras: Claudia Libier Frost Nájera, Alina Casas Rojas, Norma Angélica Ramos, Dolores Aguilar, Brenda Bárcenas Esquivel, César F. Olvera, Fernando Paredes, Dolores Cabrera, Julio César Rodríguez, Tere Faddul, Norma Villanueva... A los decididos apoyos directivos, técnicos y logísticos de las instituciones colaboradoras. A la confianza y el acompañamiento de la Secretaría de Educación (SEDEQ), el Consejo Estatal para la Planeación y Programación de la Educación Media Superior (CEPEMS), Direcciones Generales y Académicas de subsistemas participantes, por cuya mediación interinstitucional suman miles las personas integradas en esta investigación que, a nombre del colectivo, entregamos al Estado. Creemos que es sustantivo revisar nuevamente estos datos estatales, a la luz de la intensidad del momento histórico: urge reconstruir el sentido humano; y esta investigación muestra que es posible.

Referencias bibliográficas

- Abril, E. y col. (2008) ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior en Sonora. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1), 1-16.
- Blanco, E., Solís, P. y Robles H. (2014). Caminos desiguales. *Trayectorias educativas y laborales de los jóvenes en la Ciudad de México*. México: COLMEX-INEE.
- Carballo, M. y Guelmes E. L. (2015). Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *Revista Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 8 (1). Pp.140-150. Recuperado en junio de 2019 de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Carranza L. y Sandoval E. A. Docencia, convivencia y permanencia escolar en un bachillerato tecnológico. *Ra Ximhai*, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2015, pp. 83-108, Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México
- CONAPO (2018). Proyecciones de la población en México y de las entidades federativas, 2016-2050 (población a mitad de año). Consejo Nacional de Población. Base de datos libre. Extraído el 14 septiembre de 2018 desde: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050> liga de descarga de la base de datos: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050/resource/9d32b770-fcc6-42a8-9bdb-a508717c1fb4>
- DGB/DCA (2016). *Documento Base del Bachillerato General*. Dirección General del Bachillerato. Subsecretaría de Educación Media Superior. México.
- DGB/DCA/SPE/DES (09-2016). *Lineamientos para la evaluación y registro de las competencias genéricas*. Dirección General de Bachillerato. México.
- INJUVE (2010). Encuesta Nacional de Juventud 2010. Base de datos. Instituto Nacional de la Juventud. Secretaría de Educación. México.
- Miranda F. (2018). Abandono escolar en educación media superior: conocimiento y aportaciones de política pública. *Sinética* no.51 Tlaquepaque jul./dic. 2018. Ensayos temáticos. Extraída el 27 febrero de 2020 desde: [http://dx.doi.org/10.31391/s2007-7033\(2018\)0051-010](http://dx.doi.org/10.31391/s2007-7033(2018)0051-010)
- Navarro, N.L. (2001). Marginación escolar en los jóvenes. Aproximación a las causas de abandono. *Revista de información y análisis*, (15), 43-50.
- Román M. (2013). Factores asociados al abandono y la deserción escolar en América Latina: una mirada de conjunto. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Volumen 11, Número 2.
- Mena L. Fernández M. y Riviére J. (2010). Desenganchados de la educación: procesos, experiencias, motivaciones y estrategias del abandono y del fracaso escolar. *Revista de Educación*. Número extraordinario: *Abandono temprano de la educación y la formación, cifras y políticas* [pp. 119-145]. Ministerio de Educación. España.
- Salamanca A.B., y Martín-Crespo C. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. *Nure Investigación*,

- nº 27, marzo-abril 07. Extraída en el 28 de febrero de 2020 desde: <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/issue/view/43>
- SEDEQ (2019). Panorama educativo estatal 2018-2019. Secretaría de Educación del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro. Coordinación de Apoyo Institucional. Dirección de Planeación, Programación y Evaluación Educativa. Presentación de circulación interna fechada el 08 julio de 2019. México.
- USEBEQ (2019) *Estadística educativa*. Formato 911 de inicio de ciclo escolar 2018-2019. Unidad de Servicios para la Educación Básica en el Estado de Querétaro. México.
- UNICEF (2016). *Niños y niñas fuera de la escuela*. México. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Presentación de Christian Skoog.
- Weiss E. (2018). Los significados del bachillerato para los jóvenes y la permanencia escolar en México. *Sinéctica*, no.51 Tlaquepaque jul./dic. 2018. Investigaciones temáticas Extraída el 23 de febrero de 2020 desde: [http://dx.doi.org/10.31391/s2007-7033\(2018\)0051-003](http://dx.doi.org/10.31391/s2007-7033(2018)0051-003)



ISSN: 2395 - 8847

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

VOLUMEN 13 NÚMERO 2

JULIO - DICIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

PREMIO ALEJANDRINA 2020

Ciencias Sociales y Humanidades,
Ciencias Naturales y Exactas

