

elementos

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 127 • Volumen 29 • julio - septiembre 2022 • \$40.00

CONACYT
Incluida en el Índice de Revistas
Mexicanas de Divulgación Científica
y Tecnológica del CONACYT



EXHIBIR HASTA EL 30-SEPTIEMBRE-2022

Niveles y redes de complejidad como aproximación al estudio de la epistemología de las ciencias biológicas | *Fake news*: el negocio de contar mentiras | Adolescencia, pobreza y consumo de metanfetaminas en Michoacán | Enervantes aromas que matan o ahuyentan | ATP: más allá de la energía celular | Estudio del dolor crónico: la alternativa de los modelos animales | Los acociles de México: especies con valor ecológico y alimentario en riesgo de desaparición | Integración del conocimiento ecológico tradicional para la conservación de aves del bosque mesófilo de montaña | El pitayo: estrategias de manejo tradicional y perspectivas de cultivo | La importancia de Tepexi de Rodríguez, Puebla, desde una perspectiva paleontológica | Cuadernos de *Elementos* número 12. Xelhua el *naualli* nonoalca no fue el fundador de Cholollan | La Ecología Urbana en México: historia y perspectivas | *La Mezquita Azul*, de Luis Villoro... | Obra gráfica: Germán Montalvo



S U M A R I O



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rectora, Ma. Lilia Cedillo Ramírez
secretario general, José Manuel Alonso Orozco
vicerector de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS

www.elementos.buap.mx

revista trimestral de ciencia y cultura

número 126, volumen 29, abril-junio de 2022

director, Enrique Soto Eguibar

subdirector, José Emilio Salceda

diseño y producción gráfica, Mirna Guevara

corrección de estilo, Emilio Salceda y Leopoldo Noyola

sitio web y laboratorio multimedia, Leopoldo Noyola

redes sociales, Mirna Guevara

administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez

redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria

Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570

email: esoto24@gmail.com

consejo editorial, Itziar Aretxaga (INAOE), Beatriz Eugenia Baca (ICUAP, BUAP), María Emilia Beyer Ruiz (DGDC, UNAM), María de la Paz Elizalde, (ICUAP, BUAP), Ana Lidya Flores Marín (IBERO Puebla), Marcelo Gauchat (FUNDACIÓN FORMA, A. C.), Sergio Segundo González Muñoz (COLPOS Montecillo), Federico Méndez Lavielle (Facultad de Ingeniería, UNAM), Jesús Mendoza Álvarez (CONACYT), Ricardo Moreno Botello (Ediciones de Educación y Cultura), Francisco Pellicer Graham (Instituto Nacional de Psiquiatría), Adriana Pliego Carrillo (Facultad de Medicina, UAEM), Leticia Quintero Cortés (ICUAP, BUAP), José Emilio Salceda (Instituto de Fisiología, BUAP), Gerardo Torres del Castillo (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP), Catalina Valdés Baizabal (Laboratorio de Neurobiología Celular, Universidad de La Laguna), Enrique Vergara (ICUAP, BUAP)

obra gráfica, © Germán Montalvo

1° de forros, © La columna de Jacob Agam

2° de forros, © Rostro contenido

4° de forros, © Geometría y paletas

CINTILLO LEGAL

ELEMENTOS, Año 37, No. 127., julio a septiembre de 2022, es una publicación trimestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 Sur número 104, Col. Centro, C. P. 72000, Puebla, Pue., y distribuida a través de Revista Elementos, con domicilio en Av. 14 Sur No. 6301, Col. San Manuel, Puebla, Pue. C. P. 72570. Tel. 222 229 55 00 ext. 7316. Editor responsable Dr. Enrique Soto Eguibar, esoto24@gmail.com. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2018-101113435900-102. ISSN 0187-9073, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Cultura. Número de Certificado de Licitud de Título y Contenido (en trámite) en la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en FD Servicios Integrales S.A. de C.V. contacto@fdimpres.com. Cerrada de la 5 Oriente, No. 2, Col. Guadalupe Tlatelpa, San Francisco Totimehuacán, Puebla, C. P. 72960, Tel 2222 8123 33. Este número se terminó de imprimir en junio de 2022 con un tiraje de 1000 ejemplares. Costo del ejemplar \$40.00. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
 DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Niveles y redes de complejidad como aproximación al estudio de la epistemología de las ciencias biológicas **3**

German Isauro Garrido Fariña

Fake news: **9**

el negocio de contar mentiras

Eduardo Santiago Ruiz

Adolescencia, pobreza y consumo de metanfetaminas en Michoacán **15**

Victoria González Ramírez

Enervantes aromas que matan o ahuyentan **23**

David Alavez-Rosas, Samuel Cruz-Esteban

ATP: más allá de la energía celular **27**

Victor Manuel Ruiz Rodríguez, Ana María Estrada Sánchez

Germán Montalvo: **33**

Un *flâneur* con cámara

Claudia Berrueto

Estudio del dolor crónico: **37**

la alternativa de los modelos animales

Francisco Pellicer, Martha León-Olea

Los acociles de México: **41**

especies con valor ecológico y alimentario en riesgo de desaparición

Ariadne Hernández-Pérez, Adriana Correa-Benítez

Integración del conocimiento ecológico tradicional **45**

para la conservación de aves del bosque mesófilo de montaña

Rosa Elvia Horta-Hinojosa, Blanca Roldán-Clarà, José Antonio Sierra Huelst

El pitayo: **51**

estrategias de manejo tradicional y perspectivas de cultivo

Benjamín Marín-Flores

La importancia de Tepexi de Rodríguez, Puebla, **57**

desde una perspectiva paleontológica

J. Alberto Cruz, Dulce María Figueroa-Castro, Carlos Castañeda-Posadas

Cuadernos de *Elementos* número 12. **63**

Xelhua el naualli nonoalca no fue el fundador de Cholollan

Anamaria Ashwell Mallorquín

Publicación digital

La Ecología Urbana en México: **65**

historia y perspectivas

Israel Solano-Zavaleta, J. Jaime Zúñiga-Vega

La Mezquita Azul, de Luis Villoro: **73**

experiencia mística y conocimiento estético

Jorge Rafael Delgado García, Heidi Alicia Rivas Lara, Iram Isai Evangelista Ávila

Libros **79**



© Germán Montalvo. *Geometría sobre ruedas.*



Niveles y redes de complejidad como aproximación al estudio de la epistemología de las ciencias biológicas

Germán Isauro **Garrido Fariña**

La ciencia ha sido conformada por la reunión de conceptos agrupados en una gran cantidad y diversidad de redes de complejidad; estas redes están formadas a su vez, por diferentes niveles de complejidad que debemos entender enlazados en otras redes complejas que pueden estar unidas por cualquier sitio, sin respetar tiempo y espacio, pero que pueden relacionarse con cualquier otra red. Esta relación aparentemente compleja se simplifica si pensamos la red fuera del concepto de sistema aun cuando cuenta con elementos y relaciones que la estructuran racionalmente (Reynoso, 2008). El progreso en la ciencia está vinculado a condiciones sociales que permiten la reunión de científicos para establecer comunidades científicas con los mismos intereses y habilidades complementarias; de esta forma se han creado diferentes lenguajes, dependiendo del área de conocimiento, muy particulares y comunes para cada claustro académico. Conforme los niveles de complejidad aumentan dentro de estas comunidades científicas, la especialización de cada área de conocimiento que interviene aumenta, provocando que los actores de esta red tengan la necesidad de que sus habilidades complementarias aumenten y sean de una gran especialización.

Algunas de las primeras evidencias de intercambio de ideas y de comunicación científica son las concertadas entre Tycho Brahe, Galileo y Kepler; Descartes, Gassendi, Fermat, Roberval y Pascal (Hall, 1985); Regnier de Graaf, Robert Hooke, Jan Swammerdam, William Davidson y Christiaan Huygens (Davis, 2020). Estas redes, entendidas como lo explica Ponce-Leyva (2008), permiten a través del análisis de sus elementos convertirse en un instrumento analítico. Además, fueron el inicio de la necesidad de la comunicación escrita entre pares, y provocaron de forma natural la publicación científica.

Kuhn (1971) explica que los términos, conceptos y experimentos que llevan a la construcción de un paradigma nuevo, tienen diferentes formas para relacionarse entre ellos y aunque no lo propone explícitamente, infiere la importancia de las comunidades que forman los científicos; esta es una red social simple, una red de complejidad básica. La red, que nace de forma natural entre los humanos que se dedican a la ciencia (Reynoso, 2008), permitió la formación de redes de conocimiento en las que los actores cultivaron, en muchos casos como pasatiempo, una o más ciencias, lo que les facilitó la generación de nuevos paradigmas (Kuhn, 1971).

Estos paradigmas se han hecho cada vez más complejos conforme se integran, en su creación, un mayor número de niveles y de redes de complejidad. La complejidad de estas redes de conocimiento tiene relación directa con la relación que guardan entre sí los diferentes niveles de complejidad de un concepto. Las redes creadas se relacionan de forma diferente con otras construcciones de complejidad, por lo que el número de redes de complejidad que se puede formar es inmenso, así como la cantidad de combinaciones para explicar una idea puede ser infinita.

NIVEL DE COMPLEJIDAD

Los niveles de complejidad en las ciencias forman un sinnúmero de redes de complejidad. La conformación más simple de una red ocurre cuando una

idea se desarrolla mediante la relación dialéctica de los conceptos necesarios de dos ciencias o más. En las revoluciones o crisis científicas que se han presentado a lo largo de la historia, particularmente en las que se ha tratado de entender mejor su origen y desarrollo, hablamos de química, física y matemáticas, y tenemos los elementos para imaginar a cada una de estas disciplinas como una red independiente; cada una de ellas construye niveles de complejidad propios que, al pasar al siguiente nivel de complejidad, requiere de una red más compleja, con una mayor cantidad de puntos o nodos de interacción. Podemos hacer la analogía con una red de complejidad creada a partir de niveles de complejidad que van desde la anatomía, la histología y la biología celular, hasta la biología molecular.

Conforme se avanzó en el conocimiento de la anatomía a la biología molecular, la red de complejidad conformada por múltiples niveles de complejidad se hizo más intrincada por la necesidad de integrar nuevos conocimientos e ideas para encontrar la solución a problemas que se intentaba resolver. De esta manera es posible comparar el desarrollo de una idea a lo largo y ancho de la red de complejidad, desde el punto de vista teórico o histórico.

Las ciencias se entienden a través de niveles de complejidad que a su vez generan redes de complejidad extensas, lo que forma finalmente una idea. La idea de átomo, de proteína o neurona son ejemplos en los que se puede ver claramente el desarrollo puntual o nodal, como referencia inicial en el espacio, con origen en un concepto primigenio en el primer nivel de complejidad.

En ciencias morfológicas se estudian los niveles de organización biológica desde diferentes aproximaciones, esto supone la necesidad de conocer y relacionar una gran cantidad de ideas y elementos conceptuales que generan y pertenecen a cada una de estas esferas de conocimiento (Becerril, 2001).

Pensemos en la idea de neurona: para nosotros es una idea clara que se desarrolló a lo largo de una línea de estructuración bien definida, y si utilizamos los niveles de complejidad para ubicar su desarrollo como idea podremos generar una o varias redes de complejidad.



© Germán Montalvo. *El estanquillo de Max Bill.*

El primer nivel de complejidad correspondería al pensamiento anatómico hipocrático en que solo se tenía conciencia de la intervención de estructuras específicas del sistema nervioso dentro de la sensibilidad física a través de los sentidos y, de forma muy marginal, en el comportamiento.

El segundo nivel de complejidad se inicia con el advenimiento de las técnicas e instrumentos que facilitaron la observación y descripción de lo microscópico, lo que permitió reunir los conceptos e ideas para conformar una sucesión lineal entre el conocimiento histológico y el anatómico previo, surgiendo la teoría neuronal de Ramón y Cajal.

El tercer nivel de complejidad inicia con la explicación de los mecanismos que permiten la función, presentando a la sinapsis como idea; aquí, el área de conocimiento insignia y que aglutina a los conceptos anteriores es la biología celular, la cual utiliza diferentes ciencias para estructurar su marco teórico. Para entender a la biología celular se reúnen las diferentes sucesiones lineales creadas en bioquímica, termodinámica, matemáticas, fisiología, entre otras; cada una de estas disciplinas

participa con su propia sucesión lineal, que apoya a la creación de la biología celular, reuniéndose finalmente una red de complejidad estructurada de forma única.

Quizá la mejor analogía con los niveles de complejidad es la estructuración proteica, en la que cada aminoácido es la unidad conformacional mínima que representa un nodo o una idea. El segundo nivel de complejidad es la reunión de aminoácidos mediante el enlace peptídico para crear una línea de estructuración primaria. El tercer nivel de complejidad se crea durante el plegamiento de la estructura lineal, y el cuarto se puede representar cuando varias estructuras proteicas globulares se reúnen para conformar una unidad morfofuncional, por ejemplo, en un canal de la membrana celular.

AGREGACIÓN DE LOS NIVELES DE COMPLEJIDAD DENTRO DE UNA RED DE COMPLEJIDAD

En histología, como asignatura representante del conocimiento microscópico, se pueden delimitar varios niveles de complejidad para cada uno de los conceptos que forman el conocimiento teórico-práctico de esta asignatura.

En su lado práctico podemos reconocer diferentes áreas de conocimiento: la observación de las muestras mediante la microscopía apoyada por la óptica, el procesamiento de muestras apoyado por la mecánica, y las técnicas de coloración apoyadas por la química. Cada una de estas tres ha creado una línea evolutiva con diferentes niveles de complejidad química, mecánica y óptica; esta última conforma una red de complejidad que inició al mismo tiempo que las civilizaciones más antiguas.

Analizaremos el desarrollo que ha tenido el concepto de lente, iniciando con su uso como objeto decorativo-utilitario, hasta su uso como pieza especializada dentro de los microscopios ópticos. El tallado de diferentes materiales facetados en Egipto se ha datado alrededor de 4,500 años a. n. e., principalmente con fines funerarios y para adornar estatuas con ojos realistas.



© Germán Montalvo. *Tablas de color y cielo.*

La civilización minoica creó lentes de aumento en 1,500 a. n. e.; una de las primeras referencias históricas se podría datar entre el 750 y 710 a. n. e., el lente de Nimrud, una pieza tallada en cristal de roca, con caras plano convexas, de forma ligeramente ovalada y descubierta en 1850 por John Layard. Sus implicaciones son extensas y se ha especulado con varias teorías: formó parte de un telescopio, se usó como lente de aumento simple o como proyector de la luz solar para encender fuego. Lo que sí es claro, es que su objetivo fue crear un lente rudimentario, con un uso desconocido para nosotros (Layard, 1853). El artesano tallador o quien pagó por su fabricación, ¿lo utilizó para observar material biológico? No lo sabremos nunca.

Dentro del mundo griego, Empédocles (495 a. n. e.) menciona el concepto de campo visual. El uso decorativo de las lentes inicia alrededor del 400 a. n. e.;

Aristófanes construyó en el año 424 a. n. e. el primer dispositivo para la concentración de la luz solar con un globo o ampolla de vidrio soplado, lleno de agua. Pero es quizá Arquímedes quien usa por primera vez un lente de aumento como monóculo.

Posteriormente, Séneca el Joven refiere que, durante el Imperio Romano, alrededor del año 20, se fabricaban esferas de vidrio aprovechando el conocimiento sirio del soplado de vidrio, esferas que al contener agua se podían usar como lentes de aumento. También se tiene referencias del uso de piedras preciosas pulidas y engarzadas para corregir la miopía (Quesnel, 1971).

En el siglo IX, Abbas Ibn Firnas, un filósofo de la Andalucía islámica, desarrolló la técnica para tallar el cristal de roca y crear lentes para lectura, que también eran usados para iniciar fuego.

Al-Haitham (965-1039), conocido en Occidente como Alhazen, escribe alrededor de 1011 su libro de óptica; contribuyó con una gran cantidad de

teorías y conceptos e influyó poderosamente en los científicos de la Alta Edad Media y en los del Renacimiento y es reconocido como el padre de la óptica moderna (Tbakhi, 2007).

Hacia la mitad del siglo XIII, dos monjes franciscanos, Roger Bacon y Alejandro de la Espina, propusieron la forma en que lentes talladas debían ser colocadas en un armazón metálico o de madera (Hall, 1985).

El inglés Thomas Harriot fue el primero en observar el firmamento con un telescopio casi un año antes que Galileo, que sí publicó sus observaciones; a principios de 1624; Galileo pudo observar un insecto con un microscopio diseñado a partir de un telescopio modificado (Hall, 1985).

Y mientras algunos observaban hacia el cosmos, otros lo hacían hacia lo microscópico. Las lentes de aumento, los instrumentos para magnificar la imagen y los microscopios compuestos de Janssen (1590), si bien aumentaron el poder de resolución, en un principio no fueron más que juguetes, por lo que las primeras observaciones de Malpighi (1661) (Ball, 1966), Hooke (1665) (Singer, 1914) y Leeuwenhoek (1675) (Davis, 2020), entre otros, solo sirvieron como instrumentos cualitativos.

Solo fue hasta que William Gascoigne, en 1638, inventó el micrómetro, que se pudo medir con un aparato de forma muy precisa. El micrómetro se aplicó inicialmente en la astronomía y de forma extensiva en la metalurgia. Cuando se adoptó en 1879 la micra (μm) como unidad de medida para objetos muy lejanos o muy pequeños, influyó poderosamente al ser aplicada tanto en microscopios como en microtomos, de dos formas diferentes: mejorando la precisión y aumentando la calidad; esto permitió tener la capacidad de procesar muestras de un tamaño conocido e inició la era de los aparatos cuantitativos para hacer mediciones mientras se observaba (Kuhn, 1971); Philippe de La Hire, en 1700, propone una retícula como referencia para medir.

En 1811, Joseph von Fraunhofer presenta el vidrio para instrumentos ópticos que puede corregir la aberración cromática, y aunque al principio solo se usó en lentes oculares de telescopios, pronto se usaría en microscopía; también desarrolló el micrómetro filar, el de anillo y el de rejilla.

Joseph Jackson Lister, padre de Joseph Lister el microbiólogo, inventó en 1826 los objetivos acromático y aplanático para microscopía, lo que condujo a los pasos posteriores para construir el microscopio compuesto moderno.

En sus primeros experimentos Ernst Karl Abbe utilizó un micrómetro con dos series de rayas, unas finas y otras anchas, dos pinceles dióptricos centrales incoloros y dos líneas de máximo de difracción, para demostrar su teoría sobre los fenómenos de difracción (Ramón y Cajal, 1955).

La casa Carl Zeiss presenta, en 1857, el primer microscopio compuesto verdadero, con lentes oculares y lentes objetivos; posteriormente, en 1872, Abbe dictó las leyes de la formación de la imagen en microscopía, inventó el lente apocromático para inmersión en aceite (1886) y el condensador de Abbe (1870), lo que permitió que, en sociedad con Zeiss, se pudiera acceder al máximo poder de resolución de los microscopios hasta ese momento: 2 micras (Kapitza, 1997; Quesnel, 1971).

La siguiente frontera se alcanzó cuando Max Knoll y Ernst Ruska desarrollaron el microscopio electrónico de transmisión en 1931, y posteriormente Knoll, en 1935, propuso el sistema de barrido. Al llegar a este momento en la historia de la fabricación de lentes en óptica y microscopía, se puede observar que la red de complejidad aumenta en cada paso que se avanza en el nivel de complejidad, las redes que se generan entre los científicos, su lenguaje y las ciencias que intervienen en su desarrollo.

CONCLUSIÓN

Los niveles de complejidad se relacionan estrechamente con los instrumentos científicos, y en cada paso de una revolución científica, los niveles de complejidad discurren de forma paralela; por ejemplo, en histología se fueron desarrollando en el corte de muestras, aplicación de colorantes y la observación mediante el microscopio. La histología es una ciencia que depende de una construcción paralela de conocimiento técnico y teórico; el nivel



© Germán Montalvo. *Salvavidas de colores.*

de complejidad que se desarrolla a través de los instrumentos científicos es tan importante como el que se desarrolla en la creación de un lenguaje propio, esta red compleja de conocimiento permite la comprensión epistemológica de la histología como ciencia morfológica.

Evidenciar los niveles de complejidad en la evolución de un concepto e integrarlos dentro de una red de complejidad es una herramienta sumamente dúctil para entender la epistemología de cualquier área del conocimiento en la ciencia moderna.

REFERENCIAS

- Ball CS (1966). The early history of the compound microscope. *Bios*, 37(2):51-60.
- Becerril-Montes A (2001). "¿Enseñar biología molecular?", en Uribe Aranzábal MC y García Lorenzana M (Ed.), *Nuevos retos de la docencia y la investigación en histología*. Sociedad Mexicana de Histología (pp. 55-64). Ciudad de México: S y G. Editores.
- Davis Ian M (2020) Antoni van Leeuwenhoek and measuring the invisible: The context of 16th and 17th century micrometry. *Studies in History and Philosophy of Science*, 83:75-85.
- Hall A Rupert (1985). *La revolución científica 1500-1750*. Barcelona España: Editorial Crítica.
- Kapitza HG (1997). *Microscopy from the very beginning*. Jena GmbH: Carl Zeiss.
- Kuhn TS (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- Layard AH (1853). *Nineveh and its remains: with an account of a visit to the Chaldean Christians of Kurdistan, and the Yezidis, or devil worshippers; and an inquiry into the manners and arts of the ancient Assyrians*, 2 vol. New York: G. P. Putnam and Co.
- Quesnel LB (1971). Microscopy and micrometry. En Norris JR y Ribbons DW (Ed.), *Methods in Microbiology* (pp. 1-103) Londres: Academic Press.
- Ramón y Cajal S y Tello y Muñoz J (1955). *Histología normal y de técnica micrográfica*. 20ª ed., México: Editorial nacional.
- Singer C (1914). Notes on the Early History of Microscopy. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 7 (Sect_Hist_Med):247-279.
- Tbakhi A y Amr SS (2007). Ibn Al-Haytham: father of modern optics. *Annals of Saudi medicine* 27, 6:464-467.
- Reynoso C (2008). Hacia la complejidad por la vía de las redes. Nuevas lecciones epistemológicas. *Desacatos* 28, septiembre-diciembre:17-40.
- Ponce Leiva P y Arrigo A (2008). Redes sociales y ejercicio del poder en la América Hispana: consideraciones teóricas y propuestas de análisis. *Revista Complutense de Historia de América* 34:15-42.

Germán Isauro Garrido Fariña
isaurogafa@yahoo.com.mx
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México
Estado de México

Fake news: el negocio de contar mentiras

Eduardo **Santiago Ruiz**

Las *fake news* pueden entenderse como aquellas publicaciones hechas en redes sociales que no tienen relación con acontecimientos verificables o no cuentan con respaldo científico. Saltaron al centro del debate público a partir de las elecciones presidenciales de 2016 en Estados Unidos, cuando un hombre que portaba un rifle de asalto entró en la pizzería Comet Ping Pong para investigar por sí mismo si el restaurante era la sede de una red clandestina de sexo infantil dirigida por Hillary Clinton, la entonces candidata a la presidencia (Molina *et al.*, 2019).

Este individuo estaba motivado por las noticias falsas publicadas en blogs y redes sociales que intentaban desprestigiar a la candidata. El así llamado *pizzagate* parece la historia grotesca de un incauto con un rifle, pero en realidad deja ver la enorme influencia que pueden tener estas publicaciones y las profundas huellas que dejan en la población. Por lo tanto, sería erróneo ver a las *fake news* solo como información falsa que no daña a nadie, más bien se trata de noticias creadas explícitamente para manipular la opinión pública y, con frecuencia, detrás de ellas se hallan fuertes intereses económicos y políticos (Ball, 2017).

Las *fake news*, junto con otras herramientas tecnológicas como el análisis de la opinión popular a través del *Big Data*, el espionaje digital y la publicidad dirigida son

el nuevo arsenal de la ciberpolítica internacional en la era de la posverdad (D'Ancona, 2017; Davis, 2017; Keane, 2016).

El engaño es tan antiguo como la humanidad misma; sin embargo, las *fake news* son un fenómeno reciente porque su creación, difusión y monetización sería imposible sin las nuevas tecnologías digitales. Las redes sociales permiten una alta velocidad en la transmisión de los datos, sean estos reales o no, así que la desinformación se puede difundir muy rápidamente entre grandes grupos de personas. No es extraño encontrar ejemplos de noticias falsas con un alcance internacional, como las campañas enfocadas a difamar la cultura china, a desprestigiar a los medios de comunicación, a sugerir que el coronavirus fue intencionalmente creado por la élite global o que los inmigrantes que entran a Europa son portadores del virus (Blackbird.AI, 2020b, 2020a; Schulman y Siman-Tov, 2020).

Un ejemplo notorio de *fake news* con repercusión internacional que se difundió al principio de la pandemia del COVID-19 fueron las acusaciones contra la tecnología 5G como la causante de esta enfermedad (Gallagher, 2020; Schulman y Siman-Tov, 2020). A pesar de que carecen de todo fundamento, influyeron tanto en la opinión pública que en muchos países como Bélgica, Inglaterra y los Países Bajos, varias antenas de 5G fueron destruidas.

UNA MENTIRA REPETIDA MIL VECES...

Llegados a este punto, es necesario señalar que para que una mentira pueda influir en la población antes debe ser leída por muchas personas. Pero, ¿cómo se logra esto? No se trata de algo casual, sino que son campañas manejadas por empresas de mercadotecnia con una ética dudosa y que se dedican especialmente a esta clase de actividades. Una campaña funciona de la siguiente forma: en primer lugar, una figura bien conocida, como un político, periodista o actor, hace una publicación en redes sociales. Posteriormente, cientos o miles

de bots, es decir, cuentas automatizadas que son manejadas por dicha empresa, comienzan a comentarla o compartirla masivamente.

De esta forma, se logra que la noticia se convierta en tendencia, alcanzando así a un gran número de personas. De acuerdo con los análisis de Gallagher (2020), las *fake news* relacionadas con el coronavirus y la 5G estuvieron impulsadas por bots, lo que es evidencia de que hubo fuertes intereses económicos implicados en su difusión, y que detrás de esta campaña estaban, muy posiblemente, empresas o gobiernos con el interés de desprestigiar esta tecnología.

En México, la pandemia de COVID-19 se ha aprovechado para generar una gran cantidad de noticias falsas (Soto Vega, 2021). En una entrevista, Alberto Escorcía explicó que, en solo un mes, entre el 13 de marzo y el 14 de abril de 2020, contabilizó 75 *trending topics* manipulados. Es necesario subrayar que cada una de estas campañas cuesta alrededor de un millón de pesos, lo que es indicativo del enorme poder de los grupos interesados en difundir esta información (Capital 21, 2020b, 2020a).



© Germán Montalvo.
Plumaje paseando en San Blas.

Lamentablemente, en nuestro país existen cientos de estas empresas que, al parecer, surgieron originalmente con el objetivo de hacer *marketing* viral, pero que en 2018 comenzaron a tener un nuevo tipo de clientes. De acuerdo con Broderick y Arredondo (2018), en ese año y debido al ríspido clima político provocado por la elección en la que Andrés Manuel López Obrador ganó la presidencia, los políticos se convirtieron en los principales clientes de esta clase de empresas. Así comenzó en nuestro país la práctica del uso de noticias falsas y bots para influir en la opinión pública, y hoy en día es una estrategia muy socorrida por los partidos, tanto de izquierda como de derecha (Signa_Lab ITESO, 2020).

Por supuesto, no todas las *fake news* que se difunden tienen el respaldo de una campaña de bots. También existen páginas o portales que obtienen recursos mediante la venta de espacios de publicidad, así que publican cualquier tipo de contenido que llame la atención, sin tener el menor interés en la precisión, la verdad o la ética periodística. Y notoriamente, el contenido falso llama mucho la atención, por lo que compartir *fake news* es un negocio sumamente lucrativo.

De acuerdo con Global Disinformation Index (2019), tan solo en 2019 se generaron 235 millones de dólares en publicidad a través de 20,000 sitios de noticias falsas en inglés. El modelo es el

siguiente: estos portales reciben pagos de Google, OpenX o Amazon, que a su vez se encargan de hacer campañas para otras reconocidas empresas. En el análisis del GDI, se revela que cualquier empresa (algunos ejemplos concretos son Merck, Seat o Canon) puede estar financiando de forma inadvertida la publicación de *fake news*.

MIÉNTEME COMO SIEMPRE, POR FAVOR MIÉNTEME

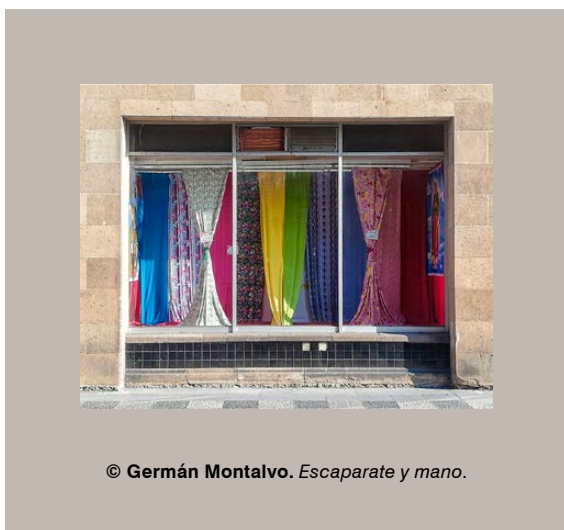
El fenómeno de las *fake news* va mucho más allá de las redes sociales o Internet y se enraiza en lo social y lo cognitivo. Como demuestran Mihailidis y Viotty (2017), las noticias falsas permiten que personas con mentalidades afines se reúnan en torno a una idea, teoría o conspiración que apoye su propia forma de pensar, a pesar de que no tenga sustento en la evidencia.

Por su parte, Boyd (2017) señala que en la actualidad hay varios factores culturales que se conjugan para impulsar la desinformación entre la sociedad, como:

A) la firme creencia de que cada quien puede encontrar la verdad investigando por su cuenta, aunque en vez de entender la investigación como una fuerte metodología crítica y científica, se ve como una consulta superficial de algunas páginas de Internet; y B) la desconfianza cada vez mayor en los medios de comunicación, los científicos y los políticos.

Por otra parte, también existen varios sesgos cognitivos que pueden deformar la interpretación de la información. Uno de ellos es el efecto de falso consenso, en el que el hecho de que muchas personas creen algo parece ser suficiente evidencia de que es verdadero. Otro es el efecto de influencia continua, consistente en que a pesar de que un medio se retracte de algo que publicó, la gente sigue creyendo que es verdadero (Lewandowsky et al., 2012).

En resumen, hay múltiples sesgos cognitivos que pueden hacer que nos creamos fácilmente lo que cuentan las noticias falsas, por lo que es necesario aprender a identificarlas.



© Germán Montalvo. Escaparate y mano.

Actualmente existen muchos esfuerzos, que vienen principalmente desde el área de la informática, para frenar las *fake news*, como aplicaciones de inteligencia artificial o etiquetado en redes sociales. Pero, aunque el desarrollo de *software* es importante, lo es todavía más el desarrollo de la capacidad crítica. No se trata solo de intentar evitar que los engaños lleguen a la sociedad mediante sistemas informáticos, sino que los ciudadanos sepan cómo se genera y circula la información en Internet, y que tengan las herramientas necesarias que les permitan reconocer si una aseveración está tergiversada o no.

México afronta problemas específicos para combatir la desinformación. Aunque la población mexicana está al tanto de que este problema existe, no cuenta con verdaderas herramientas para combatirlo. Los usuarios de redes sociales tienen presente el concepto de *fake news* y lo utilizan con mucha frecuencia. Pero en vez de hacer una discriminación de información con base en un análisis de las fuentes, de los datos y de la evidencia, lo que hacen es descalificar aquellas noticias que no concuerdan con su ideología o que van contra su opinión. De esta forma, la etiqueta *fake news* ha perdido su significado original y se emplea como una forma para descalificar a otros.

Existen muchas herramientas para detectar los bulos informativos, como extensiones para los navegadores. Lamentablemente, en nuestro país, las herramientas para detectar bots que están a disposición de los usuarios son poco eficientes porque no funcionan bien en español. Por otra parte, parece ingenuo encargar el monitoreo de *fake news* exclusivamente a Facebook o WhatsApp, pues sus políticas al respecto son poco transparentes e incluso parecen lucrar con su proliferación. Pero, incluso aunque se logre eliminar las noticias falsas mediante herramientas tecnológicas, siempre es posible que encuentren otros canales de transmisión. Por lo tanto, aunque los algoritmos pueden ayudar a filtrar información no deseada, a largo plazo la única solución es una fuerte

apuesta por la concientización, la divulgación y la educación. A continuación se brindan algunas pautas que pueden ayudar a detectar las noticias falsas.

1) Tomar conciencia sobre los medios de comunicación, las redes sociales y su relación con la sociedad. También sobre la historia de las *fake news*, cómo se distribuyen mediante portales especializados o bots y cómo son utilizadas para manipular la opinión pública.

2) Ejercitar el hábito de la lectura a profundidad. Muchos usuarios comparten publicaciones sin siquiera leerlas, guiados por los títulos, los resúmenes o las reacciones de otros usuarios. Por lo tanto, hay que desarrollar el hábito de compartir una publicación en redes sociales solo después de leerla por completo y realizar un análisis profundo.

3) Desarrollar el hábito de contrastar con organizaciones y portales especializados. Existen varios portales y organizaciones que rastrean y desmontan noticias falsas de forma sistemática, por lo que es necesario recurrir a ellas. Estos recursos pueden modificarse dependiendo de los países o incluso de los temas, por lo que la lista se debe actualizar constantemente. A continuación se brindan algunos ejemplos:

- Sitios especializados en desmontar engaños
 - <https://maldita.es/buloteca>
 - <https://www.animalpolitico.com/sabueso/>
- Organizaciones que monitorean e informan sobre *fake news*
 - <https://www.blackbird.ai/>
 - <https://disinformationindex.org/>

4) Analizar el contexto social y político. Es fundamental identificar los intereses políticos que se encuentran detrás en las noticias. Esto se puede realizar con preguntas como: ¿a quién beneficia esta publicación?, ¿a quién perjudica?, ¿quién es el emisor y cuáles son sus objetivos?, ¿ataca a un individuo o a un grupo de personas en específico?, ¿tiene relación con eventos políticos, como elecciones o aprobación de leyes? Es muy importante enfatizar que la deconstrucción de los intereses políticos siempre debe realizarse de forma crítica, pues, desgraciadamente, se ha extendido mucho la práctica de calificar como *fake news* a publicaciones que no lo son. Estas descalificaciones se realizan simplemente



© Germán Montalvo. *Reverencia*.

porque una noticia no coincide con nuestro punto de vista o nuestras preferencias políticas, pero no están sustentadas por un análisis profundo. Lamentablemente, la descalificación acrítica contribuye todavía más a la proliferación de noticias falsas.

5) Análisis científico de los hechos. Debe desarrollarse el hábito de realizar siempre una corroboración desde una perspectiva científica. En ocasiones, un análisis político puede hacernos caer en la trampa de desacreditar algo que va contra nuestra propia postura. Es aquí donde el análisis científico se vuelve fundamental, pues permite distinguir entre los hechos verificados y las opiniones. Las siguientes preguntas pueden ayudar a identificar bulos: ¿presenta opiniones, o hechos?, ¿presenta evidencia?, ¿tiene sustento científico?, ¿es posible verificar lo que propone mediante el método científico?, ¿tiene relación con pseudociencias o teorías de la conspiración? Para realizar una corroboración de este tipo es recomendable recurrir a expertos, a publicaciones especializadas o incluso llevar a cabo experimentos.

IDEAS FINALES

Aunque las *fake news* son generadas y difundidas en entornos virtuales, tienen consecuencias en la

realidad, pues tienen por objetivo difamar, ganar dinero a costa del engaño, obtener ventajas políticas o estratégicas e influir en el comportamiento de grandes grupos de personas. Hasta las noticias falsas que aparentan ser más inocuas, pueden ser sumamente peligrosas porque distraen de la información real, crean una falsa sensación de seguridad y promueven prácticas riesgosas. El ser humano utiliza la información para tomar decisiones y crear concepciones sobre su entorno, así que, en última instancia, la desinformación es un problema real que impacta en el entramado social.

La manipulación de la información constituye un grave atentado contra la democracia, pero los efectos de las *fake news* han sido todavía peores durante la pandemia del COVID-19 porque pueden producir discriminación, violencia y riesgo sanitario para la población. En el fondo, el problema de las *fake news* es tanto tecnológico como humano, y para superarlo es necesaria la participación de toda la sociedad. Desde los actores políticos que podrían hacer leyes para prohibir las empresas de bots, hasta las escuelas, que deben desarrollar en sus estudiantes las habilidades que les permitan enfrentar la desinformación.

La identificación de *fake news* no debe verse como un apéndice educativo, sino como una capacidad que se vincula con la comprensión lectora, la competencia científica, las habilidades de investigación y el razonamiento crítico. La detección de noticias falsas se hace cada vez más necesaria en una sociedad que cambia vertiginosamente ante los avances tecnológicos y en la que es necesario garantizar los derechos de libertad de expresión y de acceso a la información.

REFERENCIAS

- Ball J (2017). *Post-Truth: How Bullshit Conquered the World*. Londres: Biteback.
- Blackbird AI (2020a). COVID-19 (coronavirus) disinformation report. <http://bit.ly/2usmBhV>.
- Blackbird AI (2020b). COVID-19 (coronavirus) disinformation report. Volume 2.0 (Vol. 2).
- Boyd D (2017, March 5). Did Media Literacy Backfire? *Data & Society*:



© Germán Montalvo. *Satín de lluvia.*

Points. Recuperado de: <https://points.datasociety.net/did-media-literacy-backfire-7418c084d88d>.

Broderick R and Arredondo Í (2018, June 28). Meet The 29-Year-Old Trying To Become The King Of Mexican Fake News. Buzz Feed. Recuperado de: <https://www.buzzfeed.com/amphtml/ryanhatethis/meet-the-29-year-old-trying-to-become-the-king-of-mexican>.

Capital 21 (2020a, April 14). Mesa de análisis con Alberto Escorcia y Fabrizio Mejía: la desinformación durante la cuarentena. En *Capital 21*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=A1XUOoVHBAC>.

Capital 21 (2020b, April 14). Mesa de análisis parte dos. En *Capital 21*. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=iMm-bBYuVsl>.

D'Ancona M (2017). *Post-Truth: The New War on Truth and How to Fight Back*. Londres: Ebury.

Davis E (2017). *Post-truth: why we have reached peak bullshit and what we can do about it*. Londres: Little Brown.

Gallagher R (2020, April 9). 5G Virus Conspiracy Theory Fueled by Coordinated Effort. Bloomberg. Recuperado de: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-09/covid-19-link-to-5g-technology-fueled-by-coordinated-effort>.

Global Disinformation Index (2019). The Quarter Billion Dollar Question: How is Disinformation Gaming Ad Tech? GDI. https://disinformationindex.org/wp-content/uploads/2019/09/GDI_Ad-tech_Report_Screen_AW16.pdf.

Keane J (2016). Los nuevos despotismos: Imaginando el fin de la democracia. *Recerca* 19:137-154. <https://doi.org/10.6035/Recerca.2016.19.7>.

Lewandowsky S, Ecker U, Seifert C, Schwarz N and Cook J (2012). Misinformation and Its Correction: Continued Influence and Successful Debiasing. *Psychological Science in the Public Interest*, Supplement, 13(3), 106-131. <https://doi.org/10.1177/1529100612451018>.

Mihailidis P and Viotty S (2017). Spreadable Spectacle in Digital Culture: Civic Expression, Fake News, and the Role of Media Literacies in "Post-Fact" Society. *American Behavioral Scientist* 61(4):441-454. <https://doi.org/10.1177/0002764217701217>.

Molina M, Sundar S, Le T and Lee D (2019). "Fake News" Is Not Simply False Information: A Concept Explication and Taxonomy of Online Content. *American Behavioral Scientist*. <https://doi.org/10.1177/0002764219878224>.

Schulman, R and Siman-Tov D (2020). From Biological Weapons to Miracle Drugs: Fake News about the Coronavirus Pandemic. Institute for National Security Studies, 1275. <https://www.jstor.org/stable/resrep23529>.

Signa_Lab ITESO (2020). Democracia, libertad de expresión y esfera digital. Análisis de tendencias y topologías en Twitter, el caso de la #REDAMLOVE. Recuperado de: https://signalab.iteso.mx/informes/informe_redamlove.html.

Soto Vega E (2021). El riesgo de la desinformación en tiempos de COVID-19. *Elementos* 121:9-16.

Eduardo Santiago Ruiz
Universidad Pedagógica Nacional
esantiago@upn.mx

Adolescencia, pobreza y consumo de metanfetaminas en Michoacán

Victoria **González Ramírez**

El consumo de sustancias sintéticas y de alta toxicidad, como las metanfetaminas, representa graves riesgos para la salud y la vida que afecta de manera especial a los más jóvenes. El sistema económico y político mexicano (y de buena parte de Latinoamérica), ha generado pobreza y marginación en una buena parte de la población y ha permitido (y facilitado) la inserción del narcotráfico en los ámbitos económico, social, político y cultural del país (Bergman, 2016).

En México, las clínicas contra adicciones atienden a personas cada vez más jóvenes, con adicciones cada vez más graves; en Michoacán, el 65 % de los usuarios de drogas estimulantes inician antes de los 17 años (Villatoro-Velázquez, *et al.*, 2017). La presencia facilitada de la sustancia generó que, por ejemplo, durante el año 2016, en los centros de rehabilitación y tratamiento no gubernamentales (como es el caso de los grupos de Alcohólicos Anónimos), aproximadamente 60,582 personas acudieron por asistencia. De esta población, los consumidores de cristal-metanfetamina llegaron a conformar el 22.9 % de la población en asistencia (Villatoro-Velázquez, *et al.*, 2017).

La mayoría de estos jóvenes se encuentran de forma previa en claras desventajas sociales, y con la adicción a metanfetaminas adquieren afectaciones en su capacidad de dar respuesta a las demandas de su ambiente, regular su vida y tomar decisiones, todo lo cual aumenta su

vulnerabilidad y deterioro. La condición de fragilidad biológica inicia con la carencia de estimulación por parte de los padres y las pocas oportunidades de desarrollo social que genera un bajo nivel cultural. Se sabe que los adolescentes en particular son más proclives al consumo de sustancias y a presentar mayores riesgos de desarrollar disfunciones (Weybrigh, *et al.*, 2015). El consumo de drogas en la etapa de la adolescencia, cuando el cerebro se encuentra en desarrollo, implica que los efectos son más agresivos para el sistema nervioso central (en comparación con un adulto cuyo sistema nervioso ya ha madurado); este hábito nocivo afecta en particular a zonas mediales del cerebro asociadas a la vivencia del placer (sistema límbico y núcleo accumbens), pero también se dañan de manera importante zonas definitivas para la toma de decisiones, la planeación de la vida y la regulación de la conducta: los lóbulos frontales del cerebro (Forster, *et al.*, 2018).

Las estructuras frontales del cerebro y las funciones con ellas asociadas, requieren más tiempo para alcanzar su maduración, y cuando se consumen drogas desde una edad temprana se vulneran de manera preocupante, pues son las estructuras encargadas de definir el camino vital que se tomará, aumentando la posibilidad de continuar eligiendo de forma errónea en cada ámbito de la vida (Forster, *et al.*, 2018). Los jóvenes dependientes de metanfetaminas que se describen en este trabajo se encuentran internados (anexados) en clínicas de autoayuda basadas en el programa de doce pasos (Alcohólicos Anónimos). La decisión de “anexarlos” muchas veces responde al tipo de comportamiento que han mostrado los jóvenes y si es considerado suficientemente conflictivo (“ingobernable” le llaman en el grupo), por lo que la familia o cuidadores han decidido internarlos en el programa por tres o seis meses o, como sucede en pocos casos, durante un año.

MICHOACÁN

Michoacán se encuentra entre los estados más violentos, con más homicidios y feminicidios de



© Germán Montalvo.
El árbol de Navidad de Sol LeWitt.

México; presenta problemas sociales graves asociados a la violencia y el narcotráfico. Se observa un fácil acceso de los jóvenes michoacanos (aunque también de otras comunidades de México) a los procesos del narcotráfico a través de la producción, tráfico, venta o consumo de sustancias.

Todas las conductas asociadas al consumo de metanfetaminas (producción, tráfico, venta y consumo) se identifican fácilmente en contextos de pobreza económica, cultural, educativa y psicológica (Andrabi *et al.*, 2017). Son múltiples las evidencias de la influencia de la narcocultura en los productos artísticos, culturales, estilos y representaciones en los jóvenes del país y, en particular, de los michoacanos. Dicha cultura sostiene y promueve los valores que le son convenientes para generar la producción y consumo de sus mercancías, deteriorando hasta la muerte a la población más frágil y desposeída.

La presencia de metanfetaminas en nuestro país empezó a documentarse desde 1994. A inicios de los años noventa, el grupo delictivo Los Zetas que hasta entonces tenía el control casi absoluto de la producción y tráfico de drogas sintéticas, se comenzó

a diversificar, organizándose en grupos como “La empresa”, “La familia michoacana”, “Los caballeros templarios” y “Los H3”, con presencia en zonas de Bajío y en todo Michoacán, pero fue a partir de 2005 que México se posicionó como el principal abastecedor de metanfetamina del mercado de Estados Unidos (Maldonado, 2019). Como consecuencia de esto, entre 2008 y 2016 aumentó la incidencia de uso de drogas del 4 % al 9 %. Entre 2011 y 2017 se registró en nuestro país un aumento importante en el consumo de drogas ilegales entre adolescentes (del 2.9 % al 6.2 %) (Villatoro Velázquez, *et al.*, 2017).

Michoacán ha figurado desde hace décadas como un estado donde se producen y trafican drogas como la marihuana y la amapola; en el caso de las metanfetaminas, la extensa costa de Michoacán, hasta hace poco con muy poca vigilancia, ha jugado un papel central para la entrada de la efedrina proveniente de China. En Michoacán se han formado complejas redes económicas, políticas y familiares que se distinguen por tener una cultura regional que da identidad al narcotráfico; una cultura individualista, apegada a la familia, cómplice ante el delito y de profundo catolicismo, que ha asumido el narcotráfico como un estilo de vida (Maldonado, 2019).



© Germán Montalvo. *El Sol de Tadanori Yokoo.*

METANFETAMINA

La historia de las anfetaminas (de las que se derivan las metanfetaminas) se remonta al año 1938 del siglo pasado; con el propósito de identificar un buen tratamiento para el asma, se intentó una alternativa: un antiguo remedio chino, el arbusto llamado *ma huang* o *Ephedra vulgaris*, cuyo ingrediente activo es la efedrina. Mientras se sintetizaba la efedrina, químicos del laboratorio Lilly encontraron una serie de compuestos emparentados con ella, entre los que se encontraba la anfetamina, de la cual más tarde se obtuvo la metanfetamina o *speed*.

La anfetamina se comercializó bajo la marca Bensedrina, medicamento ampliamente consumido entre 1940 y 1960 por sus efectos estimulantes y supresores del hambre, lo que incrementó su uso. Dejó de recetarse médicamente a partir de los años sesenta del siglo anterior, cuando se comprobaron sus efectos adictivos (Moreno, 2013; Bergman, 2016).

Las anfetaminas integran dos grupos: por un lado, las anfetaminas (sustancias que no tienen utilidad médica como el “éxtasis” o “tachas” (metilendioxi-metanfetamina, conocido por sus siglas, como MDMA), y las metanfetaminas (desoxiefedrina) y las sustancias tipo anfetamínico (que tienen utilidad clínica, como el metilfenidato) (Moreno, 2013). El MDMA generalmente se consume en fiestas o reuniones; produce euforia, sociabilidad, incremento de energía e interés sexual; en dosis altas, puede generar ansiedad y síntomas psicóticos. El daño que genera es menos evidente y ocurre a largo plazo en comparación con la metanfetamina (Moreno, 2013).

Las metanfetaminas (“meta”, “azul”, “hielo” o “cristal” y sus equivalentes en inglés), refieren a una sustancia altamente tóxica e intensamente adictiva que se presenta en forma de cristales (de ahí uno de sus nombres). Se fuma, se ingiere o se inyecta directamente en las venas. Es una forma estructural y funcionalmente similar a la anfetamina, aunque

entra al cerebro en mayores cantidades y más velozmente, lo que la convierte en un estimulante más potente. Son drogas sintéticas (creadas en un laboratorio) y aunque se obtienen a partir de la efedrina, en su elaboración se incluyen solventes inflamables o compuestos volátiles indudablemente tóxicos, tales como éter, ácido muriático y metales reactivos (Jiménez y Castillo, 2011); estos elementos aumentan el daño de todos los sistemas del organismo humano, asociado a un mayor número de problemas médicos, reincidencias y muertes por sobredosis.

Los efectos principales de las metanfetaminas son euforia, energía física aumentada y resistencia a la fatiga, anorexia, insomnio, acatisia (incapacidad para mantenerse quieto, acompañada de inquietud y preocupación mental) e hiperactividad psicomotora; dado que afecta rápidamente los sistemas tegumentario, vascular, respiratorio y nervioso principalmente, promueve atrofia de tejidos e infartos; se ha asociado también a un incremento del impulso sexual y desinhibición conductual que aumenta el riesgo para sí mismo y los demás (Moreno, 2013, Potvin, *et al.*, 2018).

El consumo persistente de metanfetaminas afecta los sistemas cerebrales asociados al disfrute y el placer (Moreno, 2013), y se le ha vinculado a trastornos cognitivos graves, depresión mayor y psicosis (Potvin, *et al.*, 2018). En los centros clínicos basados en el programa de doce pasos, se observan jóvenes consumidores de metanfetaminas con efectos profundos que se equiparan al deterioro de adultos con secuelas por consumo intenso de alcohol. Cabe recordar que, en general, se requieren años de consumo intenso de alcohol para generar condiciones de demencia, pero con unos meses de consumo de metanfetaminas, las secuelas se equiparan. A pesar de la relevancia de los mecanismos individuales asociados al consumo de drogas, la adicción no puede ser reducida a un mal funcionamiento del cerebro ni atribuida únicamente a aspectos psicológicos y del comportamiento; la conducta no puede ser separada del contexto social y político en que se desarrolla, ni deben trivializarse

los factores sociales que determinan las elecciones de los adictos (Becoña, 2016).

La adicción o dependencia es un fenómeno complejo que se ve influido por la interacción entre la droga, el consumidor y el entorno. Como parte del contexto ideológico en que se enmarca la vida de los jóvenes que se encuentran inmersos en el consumo de metanfetaminas en nuestro país, es clara la influencia de una cultura del narcotráfico, o narco-cultura, típicamente asociada a la adoración al dinero, al exceso y la exhibición de fuerza y poder, normalización de la violencia, promoción de una vida de placeres intensos a corto plazo, machismo y diversidad de conductas antisociales.

Los productos culturales como la música o los programas televisivos, fortalecen esos valores plásticos (placeres inmediatos, exhibición de fuerza bruta y poder, gusto por las armas, promiscuidad y superficialidad, y vida de lujos: joyas, autos, ropa, despilfarro) que demeritan y desprecian valores como la cultura, el conocimiento y la educación formal. Se observa una falta de esperanza en el discurso que propone avanzar en la vida de una manera diferente a la propuesta por el narco y la vida de excitaciones y lujos que promete. Los jóvenes tienen demandas y expectativas propias de su edad, pero sus condiciones y recursos son insuficientes para enfrentar los retos; hay un desajuste esencial entre las necesidades y las oportunidades (Weybrigh, *et al.*, 2015).



© Germán Montalvo. Crayolas gigantes.



© Germán Montalvo.

Y así la vida transcurre desde cualquier ángulo.

Este contexto excluyente engendra frustración y una configuración emocional que se vincula a la inobservancia de normas y reglas que rompe el tejido social; los jóvenes se encuentran en este vacío moral, siendo incapaces de actuar de forma socialmente adecuada (Andrabi, *et al*, 2017).

Como consecuencia de la cultura que honra al narco, es común que los jóvenes presuman conductas que generan anécdotas sobre qué tan valientes han sido (medido a partir de cuántas “madrizas” han propinado, cuántos enfrentamientos con “la ley” han experimentado, cuantos “batos” han “bajado” o “levantado”, cuánta droga toleran o cuántos días aguantan andar “high” –lo que no incluye únicamente alcohol, sino el uso de estimulantes, que en combinación les permite permanecer por días en la “parranda”). Los jóvenes crecen con estas influencias y se convierten en sus modelos, en sus “yo ideales”, eso es lo que mencionan desear conseguir, es decir, no solo es la forma de vida en la actualidad, sino la que pretenden consolidar.

JÓVENES MICHOACANOS QUE CONSUMEN METANFETAMINA

Muchos de los jóvenes michoacanos con adicción a metanfetaminas suelen ser originarios de

comunidades con pocas oportunidades educativas y de desarrollo, pertenecen en su mayoría a grupos indígenas: campesinos humildes, hijos de migrantes a Estados Unidos en condiciones de vulnerabilidad que trascienden su propia generación y hablan de circunstancias de desamparo de los padres, abuelos, bisabuelos, etcétera.

La mayoría de jóvenes presenta antecedentes de malnutrición; se observan en ellos marcas características de la anemia y signos en la piel distintivos de un estado de malnutrición, además de marcas en cara, brazos y manos, que se pueden atribuir al consumo de metanfetaminas (frecuentemente al fumar la droga, lo que hacen en pipa de vidrio, pueden caer gotitas de producto que les deja marcas de quemadura) o a maltrato físico, también un antecedente muy común en la población.

La mayoría de los jóvenes son hijos de padres y madres muy jóvenes y con baja escolaridad y bajo nivel cultural; muchas veces ausentes, alcohólicos, adictos o fallecidos. El hecho de que los progenitores estén ausentes se traduce en falta de supervisión de los jóvenes, que es un factor que incrementa de forma definitiva el riesgo de consumo (Weybrigh, *et al.*, 2015). Los adolescentes, describen infancias desoladas o interrumpidas, muchos de ellos con antecedentes de abuso físico y sexual (Forster, *et al.*, 2018).

La familia y sus dinámicas vulneran o protegen a los jóvenes ante las drogas; las condiciones familiares asociadas con un mayor riesgo de consumo de sustancias son las relaciones codependientes, el mal funcionamiento y la baja calidad de las relaciones familiares, el bajo nivel de comunicación con los padres y el bajo nivel educativo de los padres (Andrabi *et al.*, 2017).

Aproximadamente la mitad de los jóvenes reportan haber sido iniciados en el consumo de la sustancia por familiares o amigos de la calle; muchos reportan consumo activo dentro de la familia de origen; algunas familias viven de la venta y distribución de drogas; cuando los progenitores son dependientes de sustancias, aumenta el riesgo

de consumo de sustancias en el adolescente (Moreno, 2013).

Llama la atención que aun en casos en que familias completas viven de la venta de drogas, y que en ocasiones pueden obtener grandes cantidades de dinero, no hay consolidación financiera de parte de la familia; es decir, no “aprovechan” la circunstancia, viven al día, gastan de forma impulsiva y la “necesidad” de continuar la actividad ilícita, continúa.

Es común observar que los jóvenes en cuestión han abandonado la escuela en 2° nivel de secundaria; es decir, en pleno desarrollo adolescente. Llama la atención que la edad comprendida entre los 12 y 14 años es clave en el inicio y consolidación de las conductas de riesgo y delictivas. La mayoría de los jóvenes menciona haber comenzado el consumo en la pubertad, o antes de ella, entre los 8 y 11 años se encuentra la edad de inicio de la mayoría.

INTERVENCIONES EXISTENTES PARA EL CASO DE ADICCIONES

A partir de los datos acerca de los factores psicológicos asociados, los programas de intervención dirigidos a la atención de estas adicciones hacen énfasis en la responsabilidad individual y familiar en los procesos de cambio y recuperación de la adicción. Sin embargo, este modelo presenta una eficacia bastante baja en términos de recuperación y prevención de recaídas (Becoña, 2016).

Los tratamientos existentes para casos de adicciones han mostrado una tasa de éxito limitada; en el caso de adicciones, las recaídas se consideran normales; se espera que ocurran del 40 % hasta el 60 % de los casos, con una dinámica caracterizada por periodos de abstinencia y periodos de recaídas (Becoña, 2016).

En la dinámica de la adicción, más allá de responsabilizar al joven de su recuperación, es fundamental reconocer la necesidad de promover la oportunidad de una participación más saludable o

menos dañina en la sociedad. Los jóvenes no solo presentan problemas con las drogas, tienen pocas oportunidades de desarrollo cognitivo, afectivo, social, intelectual y moral. Mientras no se atiende de manera integral la condición de los jóvenes, parece ingenuo pretender que, con tratamientos dirigidos al sujeto, se logrará erradicar o disminuir el daño provocado, en este caso, por las adicciones.

La atención a esta población requiere el abordaje de las características sociodemográficas de las comunidades de las que provienen y las problemáticas específicas que se derivan de las condiciones de vulnerabilidad en las que se encuentran, identificando las implicaciones en la vida de los jóvenes, escuchando activamente la manera en que los jóvenes lo han vivido.

Es importante también el análisis de las representaciones que los jóvenes tienen acerca de la posibilidad de mejorar en su vida y cambiar su condición; llama la atención la apabullante presencia de pensamiento mágico a partir del cual explican por qué un día su vida cambiará: “si dios quiere”, “mi destino”, etc., a partir de donde la salud y bonanza económica vendrán solas, las “oportunidades” aparecerán mágicamente y un día serán “felices al fin”.

Es fundamental la consideración de la cultura de los jóvenes, su etapa evolutiva y los tiempos adecuados para su desarrollo, pues la mayoría han detenido su progreso y han abandonados la educación formal y los procesos de maduración propios de su etapa de desarrollo. Los jóvenes requieren una reconfiguración de sus vinculaciones, valores, virtudes, conocimiento, como posibilidades de liberación, que les permita generar un proyecto de vida. En los planes y proyectos que expresan los jóvenes, se observa la ausencia de intereses de desarrollo personal, manifiestan deseos de continuar el modelo familiar básico: casarse, formar una familia, tener hijos... ¡a los 15 años!, lo cual únicamente garantiza la continuidad de la miseria.

R E F E R E N C I A S

Andrabi N, Khoddam R and Leventhal A (2017). Socioeconomic disparities in adolescent substance use: Role of enjoyable alternative



© Germán Montalvo. Popo e Izta.

substance-free activities. *Social Science & Medicine* 176:175-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.12.032>.

Bergman M (2016). *Drogas, narcotráfico y poder en América Latina*. Argentina: FCE.

Becoña E (2016). La adicción “no” es una enfermedad cerebral. *Papeles del Psicólogo* 37(2):118-125.

Forster G, Anderson E, Scholl J, Lukkles J and Watt M (2018). Negative consequences of early-life adversity on substance use as mediated by corticotropin-releasing factor modulation of serotonin activity. *Neurobiology of stress* 9:29-39.

Jiménez Silvestre K y Castillo Franco PI (2011). A través del cristal. La experiencia de consumo de metanfetaminas en Tijuana. *Religión y sociedad* 23(50):153-183. <https://www.redalyc.org/pdf/102/10218443007.pdf>.

Maldonado Aranda S (2019). Los retos de seguridad en Michoacán. *Revista Mexicana de Sociología* 81(4):737-763. Recuperado de <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/57977>.

Moreno K (2013). *Metanfetaminas*. México: Trillas.

Potvin S, Pelletier J, Grot S, Hébert C, Barr A and Lecomte T (2018). Cognitive deficits in individuals with methamphetamine use disorder: A meta-analysis. *Addictive Behaviors* 80:154-160. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2018.01.021>.

Villatoro-Velázquez JA, Resendiz-Escobar E, Mujica-Salazar A, Bretón-Cirett M, Cañas-Martínez V, Soto-Hernández I, Fregoso-Ito D, Fleiz-Bautista C, Medina-Mora ME, Gutiérrez-Reyes J, Franco-Núñez A, Romero-Martínez M y Mendoza-Alvarado L (2017). *Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017: Reporte de Drogas*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz; Instituto Nacional de Salud Pública, Comisión Nacional Contra las Adicciones, Secretaría de Salud. Ciudad de México, México: INPRFM. http://www.revistasaludmental.mx/index.php/salud_mental/article/view/SM.0185-3325.2018.003.

Weybrigh E, Caldwell L, Ram N, Smith E and Wegner L (2015). Boredom Prone or Nothing to Do? Distinguishing Between State and Trait Leisure Boredom and Its association with Substance Use in South African Adolescents. *Leisure Sciences* 37:311-331. <https://doi.org/10.1080/01490400.2015.1014530>.

Victoria González Ramírez
Facultad de Psicología
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
victoria.gonzalez@umich.mx



© Germán Montalvo. *Poe en Juárez.*

Enervantes aromas que matan o ahuyentan

David **Alavez-Rosas**
Samuel **Cruz-Esteban**

Todas las plantas tienen un olor propio y característico que liberan al ambiente. Basta con caminar entre ellas para deleitarnos con las fragancias que despiden, aunque a veces es necesario darles un apretón para que liberen su aroma. De hecho, a muchas plantas las identificamos por su olor, por ejemplo: hierbabuena, albahaca, limón, naranja, entre otros. Sin dejar de mencionar los olores más agudos de las flores como las gardenias y las rosas; estos aromas se deben a compuestos químicos, llamados metabolitos secundarios. Desde hace siglos los seres humanos somos capaces de extraer esas esencias en forma de aceites, por eso, los nombramos “aceites esenciales” (Figura 1). Químicamente hablando, los aceites esenciales están formados por mono y sesquiterpenos (10 y 15 átomos de carbono, respectivamente) y sus derivados oxigenados como alcoholes, aldehídos, cetonas y otros compuestos menores (Alavez-Rosas *et al.*, 2022) (Figura 2). Algunos componentes de los aceites esenciales son muy volátiles, se descomponen por efecto de la luz o se oxidan con facilidad. Para obtenerlos de la fuente natural se utilizan principalmente hidrodestilación o extracción con solventes orgánicos (Isman, 2020). Debido a que son una combinación de diversas moléculas, poseen numerosas acciones biológicas (Verdeguer *et al.*, 2020). Por esta razón, han sido ampliamente utilizados en aromaterapia, perfumería y cosmética, con especial

Figura 1. Algunos aceites esenciales comerciales utilizados en el laboratorio. Fotografía: David Alavez.

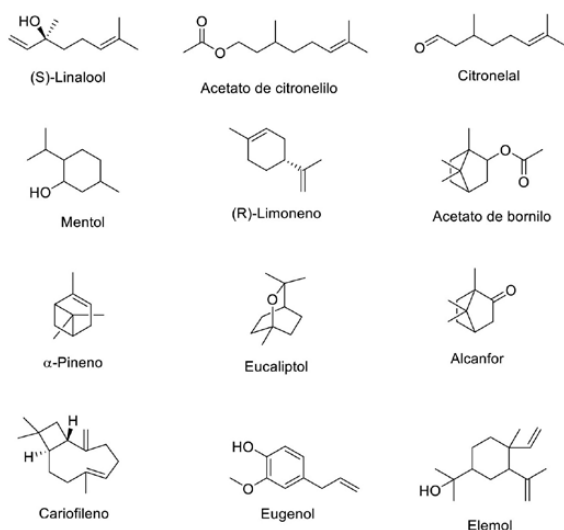


Figura 2. Estructuras químicas de algunos compuestos comúnmente encontrados en aceites esenciales.

atención en la industria, tanto farmacéutica como alimentaria (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Los aceites esenciales son considerados en el ámbito popular como productos naturales poco peligrosos; no obstante, son potencialmente tóxicos, ya que fácilmente puede darse una sobredosificación. Sin embargo, esta alta bioactividad (debido a su composición química y su alto grado de evaporación) puede ser aprovechada tanto para repeler como para controlar poblaciones de

insectos (Tripathil *et al.*, 2009). Si bien es cierto que los insectos realizan muchas funciones importantes (airean el suelo, polinizan y controlan plagas) y son componentes esenciales en muchos ecosistemas, también existen insectos que son nocivos para los seres humanos, ya sea porque transmiten enfermedades (insectos de importancia médica como: mosquitos, chinches y moscas) o afectan cultivos (insectos de importancia agronómica como barrenadores, palomillas y picudos) (Tripathil *et al.*, 2009).

Actualmente se utilizan repelentes e insecticidas sintéticos para controlar plagas, sin embargo, el uso frecuente de estas sustancias genera resistencia en las plagas y contaminación ambiental (Regnault-Roger *et al.*, 2012). En este sentido, los aceites esenciales son alternativas naturales para complementar el uso de los insecticidas y repelentes sintéticos comerciales, ya que contienen componentes tóxicos para los insectos y se degradan más rápidamente (Hazarika *et al.*, 2020).

¿POR QUÉ LAS MEZCLAS SON MEJORES?

Actualmente, el DEET (N,N-dietil-meta-toluamida) es el repelente de insectos más utilizado; sin embargo, los insectos pueden adaptarse al DEET y este compuesto puede afectar la salud humana (Adams *et al.*, 2016). En este sentido, los aceites esenciales de plantas se han sugerido como una

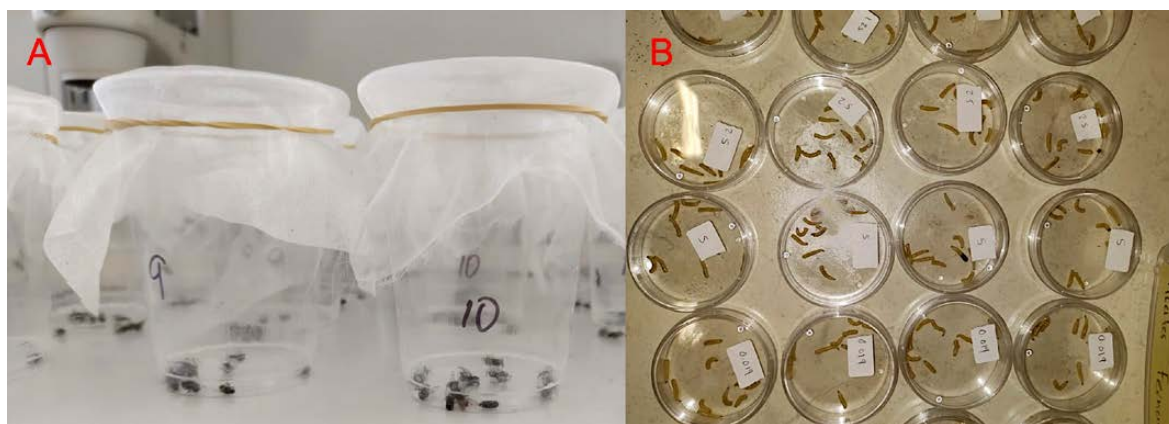


Figura 3. Bioensayo de la evaluación de la actividad insecticida de los aceites esenciales sobre la mosca doméstica; a) evaluación con adultos, b) evaluación con larvas. Fotografía: Fernando Cortés.

alternativa prometedora al DEET (Zhu *et al.*, 2018; Alavez-Rosas *et al.*, 2022) debido a su disponibilidad, desarrollo limitado de resistencia en insectos objetivo, bajo costo, baja toxicidad en mamíferos y persistencia ambiental más corta. La mayoría de los aceites esenciales han presentado menor actividad repelente que el DEET. Sin embargo, las mezclas de aceites esenciales han mostrado mayor actividad repelente y mayor duración en el ambiente que un solo aceite esencial (Isman, 2020), por lo que las mezclas de aceites esenciales podrían ser una herramienta prometedora para usar como repelentes y como insecticidas, ya que se combina la acción de sus componentes, resultando en una mayor toxicidad para los insectos. Ya se han obtenido excelentes resultados utilizando mezclas de aceites esenciales como repelentes de mosquitos (Amer y Mehlhorn, 2006).

Las mezclas de aceites esenciales también pueden ser útiles para defender cultivos, por ejemplo, la oruga de la col (*Helicoverpa armigera*), una plaga que ataca a más de 180 especies de plantas, puede ser controlada con la combinación de extractos de tres plantas originarias de la India; cabe resaltar que los extractos de las plantas individuales no tuvieron el mismo efecto que la combinación (Tripathi *et al.*, 2009). Debido a esto, existen varios insecticidas comerciales que se han formulado combinando aceites esenciales tanto en México como en el mundo (Isman, 2020).

¿REPELENTE O INSECTICIDA?... TODO DEPENDE DE LA DOSIS Y DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

Muchos aceites esenciales de plantas han sido usados tradicionalmente para repeler o para matar insectos. Algunas investigaciones han demostrado que los aceites esenciales tienen acción neurotóxica, citotóxica y mutagénica en diferentes organismos, además de que actúan a múltiples niveles en los insectos, por lo que la posibilidad de generar resistencia es poco probable (Pérez *et al.*, 2010). Algunos estudios confirman que la actividad insecticida de los aceites esenciales se debe a varios mecanismos que afectan a múltiples objetivos, lo que interrumpe de manera más efectiva la actividad celular y los procesos biológicos de los insectos (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

Sin embargo, aún falta mucho por investigar acerca de la relación que tiene la actividad biológica con la composición de los aceites esenciales, por lo cual esta área es de especial interés en México, ya que somos uno de los países con mayor riqueza de plantas de las cuales se pueden obtener aceites esenciales. Recientemente encontramos que una mezcla de los aceites de clavo, citronela y menta (1:1:1 v/v) a bajas dosis (solución al 10 %, en etanol) funciona como repelente, mientras que en altas dosis (solución al 25 %, en etanol) funciona como insecticida

para *Aedes aegypti*, mosquito vector del virus del dengue, chikungunya y malaria, entre otros (Alavez-Rosas *et al.*, 2022). Esta misma mezcla está siendo evaluada como repelente de chinches chagásicas (insectos hematófagos transmisores del *Trypanosoma cruzi*, parásito responsable de la enfermedad de Chagas) y como insecticida contra la mosca común (Figura 3), mostrando resultados prometedores.

Desde un punto de vista práctico, los aceites esenciales son fáciles de adquirir y de bajo costo; si tenemos acceso a ellos podemos utilizar alcohol etílico (se obtiene en cualquier farmacia) para preparar nuestra solución y poder aplicarla en áreas de dormitorio o directamente a nuestra piel. Por otra parte, hay regiones donde es más fácil obtener las plantas, las cuales deben triturarse e introducirse en alcohol etílico durante tres días (100 gr de cada espécimen/L). Pasado el tiempo, se filtra el líquido en un recipiente limpio, de preferencia que cuente con un atomizador, para que la aplicación sea más sencilla. Adicionalmente, se puede agregar aceite mineral o aceite para bebé, que sirve como matriz de retención de los aromas. La proporción de aceite mineral a utilizar es de 10 ml por litro de extracto. Es recomendable agitar antes de cada aplicación.

CONCLUSIONES

Durante siglos, las necesidades médicas de la sociedad han sido ampliamente cubiertas por productos de origen vegetal. Sin embargo, su uso contra plagas disminuyó cuando se desarrollaron productos sintéticos, pero debido a la preocupación con respecto a la salud pública y la seguridad ambiental que conlleva su uso, se ha requerido nuevamente el uso de productos naturales contra las plagas de insectos. Debido a su diversidad estructural, su fuerte actividad biológica, su fácil biodegradación y a que no contaminan el medio ambiente tanto como los compuestos sintéticos, los aceites esenciales son buenos candidatos para el desarrollo de nuevos repelentes e insecticidas de

bajo impacto ambiental. Adicionalmente, la combinación de aceites esenciales aumenta la actividad biológica en comparación con los compuestos individuales o los aceites esenciales individuales.

REFERENCIAS

- Adams TF, Wongchai C, Chaidee A and Pfeiffer W (2016). "Singing in the Tube" –audiovisual assay of plant oil repellent activity against mosquitoes (*Culex pipiens*). *Parasitol Res* 115:225-239. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4739-x>.
- Alavez-Rosas D, Socorro-Benitez C and Cruz-Esteban S (2022). Repellent and adulticidal effect of essential oils mixtures on *Aedes aegypti* females. *Int J Trop Insect Sci*. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00716-z>.
- Amer A and Mehlhorn H (2006). Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes. *Parasitol Res* 99:478. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0184-1>.
- Hazarika H, Tyagi V, Krishnatreyya H, Roy PK, Islam J, Chakraborty S *et al.* (2020). Design, development and assessment of an essential oil based slow release vaporizer against mosquitoes. *Acta Trop* 210:105573. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105573>.
- Isman MB (2020). Commercial development of plant essential oils and their constituents as active ingredients in bioinsecticides. *Phytochem Rev* 19:235-241. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09653-9>.
- Pérez S, Ramos-López M, Zavala-Sánchez M and Cárdenas-Ortega N (2010). Activity of essential oils as a biorational alternative to control coleopteran insects in stored grains. *J Med Plan Res* 4(25):2827-2835. <https://doi.org/10.5897/JMPR.9000039>.
- Regnault-Roger C, Vincent C and Arnason J (2012). Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annu Rev Entomol* 57(1):405-424.
- Tripathi A, Upadhyay S, Bhuiyan M and Bhattacharya P (2009). A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. *J Pharmacogn Phytotherapy* 1(5):52-63. <https://doi.org/10.5897/JPP.9000003>.
- Verdeguer M, Sánchez-Moreiras A and Araniti F (2020). Phytotoxic effects and mechanism of action of essential oils and terpenoids. *Plants* 9:1571. <https://doi.org/10.3390/plants9111571>.
- Zhu JJ, Cermak SC, Kenar JA, Brewer G, Haynes KF, Boxler D *et al.* (2018) Better than DEET repellent compounds derived from coconut oil. *Sci Rep* 8:14053. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32373-7>.

David Alavez-Rosas
Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México
Samuel Cruz-Esteban
Instituto de Ecología, A.C.
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano
CONACYT
samuel.cruz@inecol.mx

ATP: más allá de la energía celular

Victor Manuel Ruiz Rodríguez
Ana María Estrada Sánchez

Los organismos vivos requieren de un suministro constante de energía para poder llevar a cabo sus funciones y mantenerse con vida. En el ser humano, por ejemplo, los alimentos que consumimos proveen de glucosa que cada célula del cuerpo metabolizará para producir energía. El metabolismo de la glucosa inicia en el citoplasma y finaliza en la mitocondria, donde la fuente de energía celular se produce a través de la fosforilación oxidativa.

La mitocondria es un organelo celular compuesto por una membrana externa y una interna que tiene una serie de complejos proteicos que conforman la cadena respiratoria; los electrones generados por el metabolismo de la glucosa son transportados a lo largo de la cadena respiratoria para acumularse en el espacio intermembranal de la mitocondria, generando así un potencial eléctrico (Figura 1A). Posteriormente, los electrones son transportados hacia la matriz mitocondrial a través de la ATP sintetasa, lo que finalmente permite sintetizar la molécula bioenergética por excelencia, el adenosín trifosfato o ATP (por sus siglas en inglés) (Bonora *et al.*, 2012).

En 1929, los doctores Karl Lohmann y Cyrus Hartwell Fiske describieron que el ATP consta de una molécula de adenina, una molécula de ribosa y tres grupos fosfato. Más adelante, el doctor Lohmann propuso que al romperse cada uno de los enlaces formados por los tres grupos fosfato liberan una gran cantidad de energía. Pero, ¿cómo es que los enlaces formados por los grupos fosfato liberan

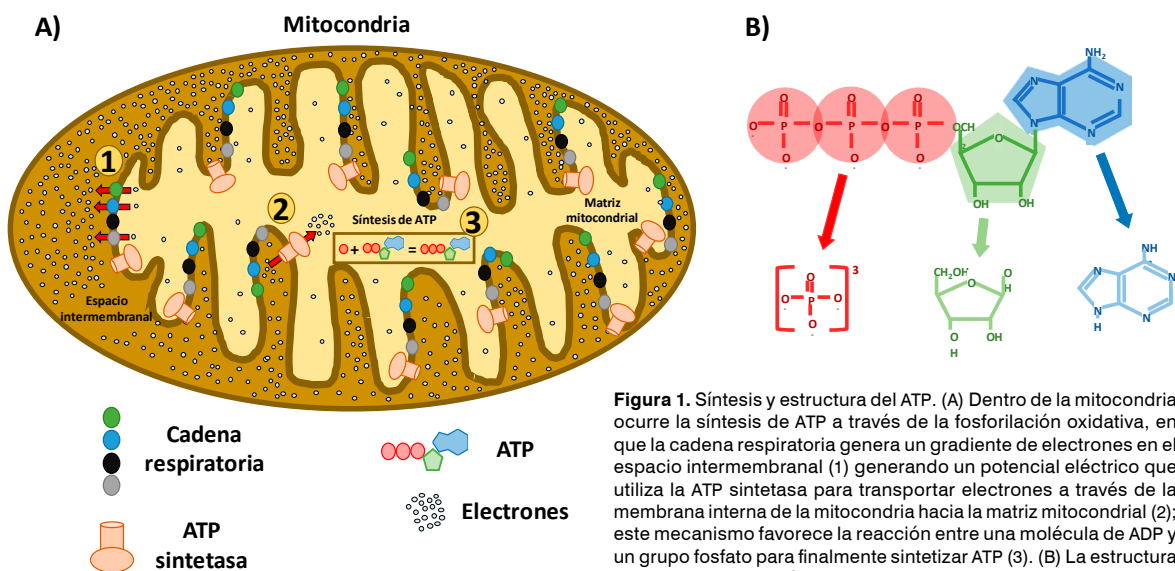


Figura 1. Síntesis y estructura del ATP. (A) Dentro de la mitocondria ocurre la síntesis de ATP a través de la fosforilación oxidativa, en que la cadena respiratoria genera un gradiente de electrones en el espacio intermembranal (1) generando un potencial eléctrico que utiliza la ATP sintetasa para transportar electrones a través de la membrana interna de la mitocondria hacia la matriz mitocondrial (2); este mecanismo favorece la reacción entre una molécula de ADP y un grupo fosfato para finalmente sintetizar ATP (3). (B) La estructura molecular del ATP está compuesta por una base nitrogenada llamada adenina (azul), un carbohidrato de cinco carbonos llamado ribosa (verde) y tres grupos fosfato (rojo).

energía? El grupo del doctor Fritz Albert Lipmann (Premio Nobel en 1953) dio respuesta a esta pregunta al estudiar las características bioenergéticas de los enlaces formados por compuestos fosforilados. En particular, analizando el metabolismo del músculo en condiciones variables de oxigenación donde se medía la energía liberada al descomponerse el fosfato de creatina, un compuesto con enlaces fosfato de alta energía. De esta manera, se describió el papel del ATP como la fuente de energía celular (Lipmann, 1941; Lohmann, 1929). A pesar del nuevo conocimiento sobre la composición química y la función del ATP, aún no se tenía un consenso sobre la estructura molecular del ATP. Fue hasta 1935 que el doctor Katashi Makino propuso la estructura del ATP, que se confirmó posteriormente empleando la técnica de titulación con metaperiodato de sodio, utilizada para determinar la estructura de algunos nucleótidos y nucleósidos (Lythgoe y Todd, 1945) (Figura 1B).

De acuerdo con la base de datos moleculares de gran escala KEGG (<http://www.kegg.jp>), a la fecha se han identificado en células procariotas y eucariotas 734 mecanismos en los que el ATP es un componente esencial. Entre estos mecanismos destacan la síntesis de algunas biomoléculas como

el ADN (ácido desoxirribonucleico), o el ensamble y degradación de proteínas; mecanismos vitales para el funcionamiento de la célula. También, el ATP es esencial para la función de algunos órganos, por ejemplo, el latido constante de nuestro corazón requiere de una adecuada producción de ATP para que las fibras musculares cardíacas lleven a cabo la contracción muscular.

La participación del ATP no solo se restringe a procesos celulares fisiológicos, también contribuye al desarrollo de procesos patológicos. Por ejemplo, las células cancerosas se caracterizan por tener pocas mitocondrias o poseer mitocondrias defectuosas, lo que limita la producción de ATP a través de la fosforilación oxidativa. Para contrarrestar este déficit energético, la célula cancerosa genera ATP a través de la glucólisis aerobia. Este proceso ocurre en el citoplasma, facilitando una producción acelerada de ATP en comparación con la fosforilación oxidativa realizada en la mitocondria. A este proceso se le conoce como “efecto Warburg” y permite cubrir la alta demanda energética que requiere el tumor para crecer. Sin embargo, las células cancerosas pueden adaptar su metabolismo energético, alternando la producción de ATP mediante la glucólisis aerobia o utilizando aminoácidos como glutamina y glutamato para realizar la fosforilación oxidativa. La producción

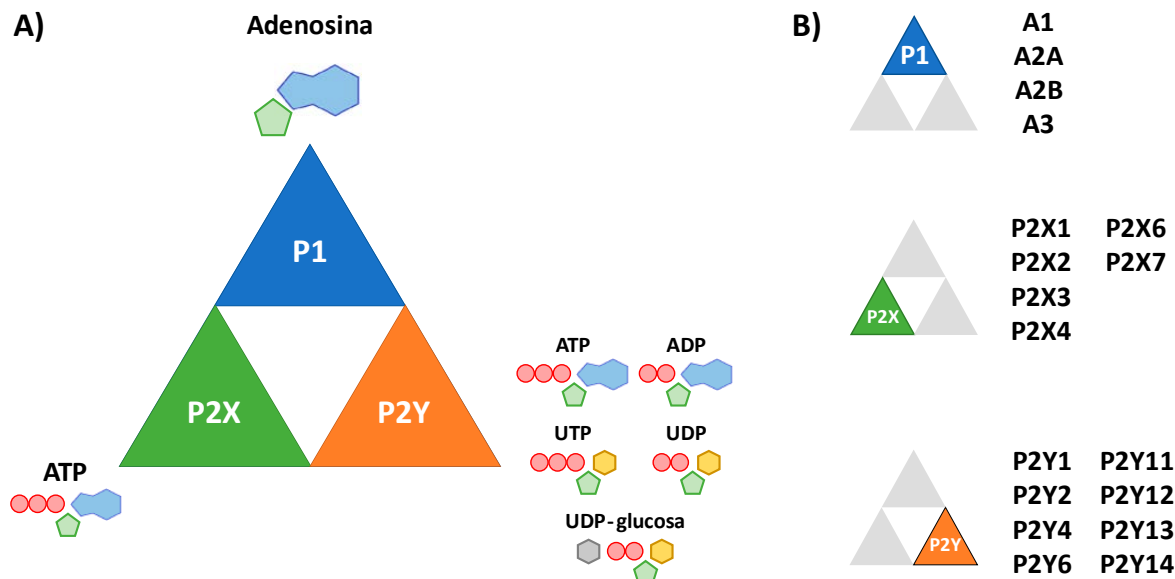


Figura 2. Receptores purinérgicos. (A) División de las familias de receptores purinérgicos y sus agonistas. Los receptores P1 son activados por adenosina, producida por la pérdida de los tres fosfatos del ATP, mientras que los receptores P2X son activados por el ATP. Los receptores P2Y pueden ser activados por una variedad de agonistas como el ADP que se forma cuando el ATP pierde un fosfato, y el UTP/UDP que tienen uracilo (representado por un hexágono amarillo) en lugar de adenina (azul) como base nitrogenada o incluso pueden estar unidos a una molécula de glucosa (hexágono gris). (B) Miembros de las familias de receptores purinérgicos, cuatro en la familia P1, siete en la familia P2X y ocho en la familia P2Y.

del ATP es central para el éxito de las células cancerosas, por lo que la inhibición de los mecanismos de síntesis energética reduce el crecimiento y supervivencia de estas células (Rigoulet *et al.*, 2020).

EL ATP COMO UNA MOLÉCULA SEÑALIZADORA

En 1972, el neurofisiólogo británico Geoffrey Burnstock observó que el ATP mediaba la comunicación entre el sistema nervioso autónomo y el tejido muscular del intestino y la vejiga, evidencia que utilizó para proponer la existencia de “nervios purinérgicos” caracterizados por liberar ATP. Por lo tanto, además de su papel como molécula energética, el ATP también es una molécula señalizadora o neurotransmisor, que permite la comunicación entre neuronas y músculos. Posteriormente, el doctor Burnstock propuso la existencia de “receptores purinérgicos” capaces de ser activados específicamente por el ATP. Actualmente se han descrito dos familias de receptores purinérgicos: los receptores P1 que son activados por adenosina (producto de la degradación del ATP), y los receptores P2, activados por nucleótidos como ATP, ADP, UTP, UDP o UDP-glucosa.

Estos últimos receptores se dividen en los subtipos P2X y P2Y (Figura 2) (Burnstock y Kennedy, 1985).

Con el desarrollo de nuevas herramientas para el análisis molecular, en la década de 1990 se caracterizaron los miembros de cada una de las familias de receptores purinérgicos. Hasta la fecha se han descrito cuatro subtipos de receptores P1 (A1, A2A, A2B y A3), siete subtipos P2X (P2X1-7) y ocho subtipos P2Y (P2Y1, P2Y2, P2Y4, P2Y6, P2Y11, P2Y12, P2Y13 y P2Y14), los números faltantes de los subtipos P2Y, representan receptores homólogos presentes en otras especies (no mamíferos) o receptores que no responden a nucleótidos extracelulares como ATP o UTP, pero que inicialmente formaban parte de esta familia. Los receptores purinérgicos se expresan en la mayoría de los tejidos y tipos celulares de nuestro cuerpo, y participan en procesos como la proliferación, la diferenciación y la muerte celular, así como en procesos cardiovasculares, inmunológicos y neuronales.

El ATP también tiene un papel importante en la comunicación en el cerebro. La estructura celular



© Germán Montalvo. Paráfrasis de Rauschenberg.

del cerebro está conformada por neuronas y células gliales que a su vez se dividen en astrocitos, oligodendrocitos y microglía. Los receptores purinérgicos de la familia P1 y P2 se expresan en estas células y su activación por ATP contribuye al proceso de comunicación entre los diversos componentes celulares del cerebro implicados en procesos como aprendizaje, memoria, control del movimiento, regulación de la alimentación, entre otros (Burnstock, 2020).

La importancia de la señalización purinérgica en el cerebro es tal que alteraciones en esta contribuyen al desarrollo de neuropatologías. Por ejemplo, en la enfermedad de Alzheimer ocurre una reducción en los niveles de la enzima CD39 de microglía y astrocitos, encargada de degradar ATP para producir adenosina. Dicho mecanismo tiene efectos distintos en cada célula, y en los astrocitos favorece una hiperactivación inducida por el receptor P2Y1, afectando la sincronización neural. En el

caso de la microglía, se favorece la activación del receptor P2X7 incrementando la producción de citocinas proinflamatorias, lo que puede afectar la transmisión sináptica y favorecer la neuroinflamación (Pietrowski *et al.*, 2021).

APLICACIONES TERAPÉUTICAS DE LA SEÑALIZACIÓN PURINÉRGICA

Debido a que los receptores purinérgicos participan en múltiples procesos biológicos y patológicos, la modulación de su función puede ser un blanco terapéutico en enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer, Parkinson, Huntington o, incluso, en alteraciones psiquiátricas. En este sentido, se ha descrito que alteraciones en la señalización purinérgica contribuyen al desarrollo de depresión, esquizofrenia, trastorno bipolar, autismo, ansiedad y trastorno por déficit de atención. Actualmente se realizan estudios preclínicos que analizan el papel terapéutico de los receptores purinérgicos.

Por ejemplo, la inhibición selectiva del receptor A2A en células de microglía con SCH58261, tiene un efecto ansiolítico. Además, el inhibidor SCH58261 o el activador CGS21680 del receptor A2A, promueven una disminución de la sintomatología observada en modelos farmacológicos y transgénicos de la enfermedad de Huntington.

La inhibición del receptor P2X7 de microglía y astrocitos con A-438079 previene del déficit de dopamina estriatal inducido por la 6-hidroxidopamina (6-OHDA) en un modelo animal de la enfermedad de Parkinson. La activación del receptor P2X7 con BzATP mejora el efecto citotóxico de la temozolomida, un fármaco utilizado para el tratamiento de glioblastoma multiforme; efecto que también se observa con la inhibición del receptor de adenosina A3 con MRS1220. Asimismo, se ha descrito que la inhibición del receptor P2X7 con Brilliant Blue G tiene un efecto antidepresivo (Cheffer *et al.*, 2018).

Además de su aplicación en patologías del sistema nervioso central, actualmente se usan inhibidores del receptor P2Y12 como Clopidogrel, Prasugrel y Ticagrelor, para evitar la formación de coágulos que puedan ocasionar una trombosis o un accidente cerebrovascular. Otro medicamento aprobado es Diquafosol, que inhibe al receptor P2Y2 y se usa para el tratamiento de la enfermedad del ojo seco, que se caracteriza por un volumen y/o calidad inadecuada de lágrimas que ocasiona sequedad crónica de la córnea y la conjuntiva. Por otra parte, actualmente se estudia la inhibición del receptor P2X3 con MK3901, Eliapixant o BLU-5937 como una estrategia terapéutica para el tratamiento de vejiga hiperactiva, neuropatía diabética, dolor asociado con la endometriosis y dermatitis atópica asociada al prurito crónico. Además, la inhibición de este receptor con Gefapixant, es utilizado para aliviar la tos crónica, una enfermedad que se origina por la alteración en la función de neuronas sensoriales (Burnstock, 2017).

CONCLUSIONES

Además de su papel como fuente de energía, el ATP es una molécula señalizadora ubicua que participa en la comunicación celular a través de la activación



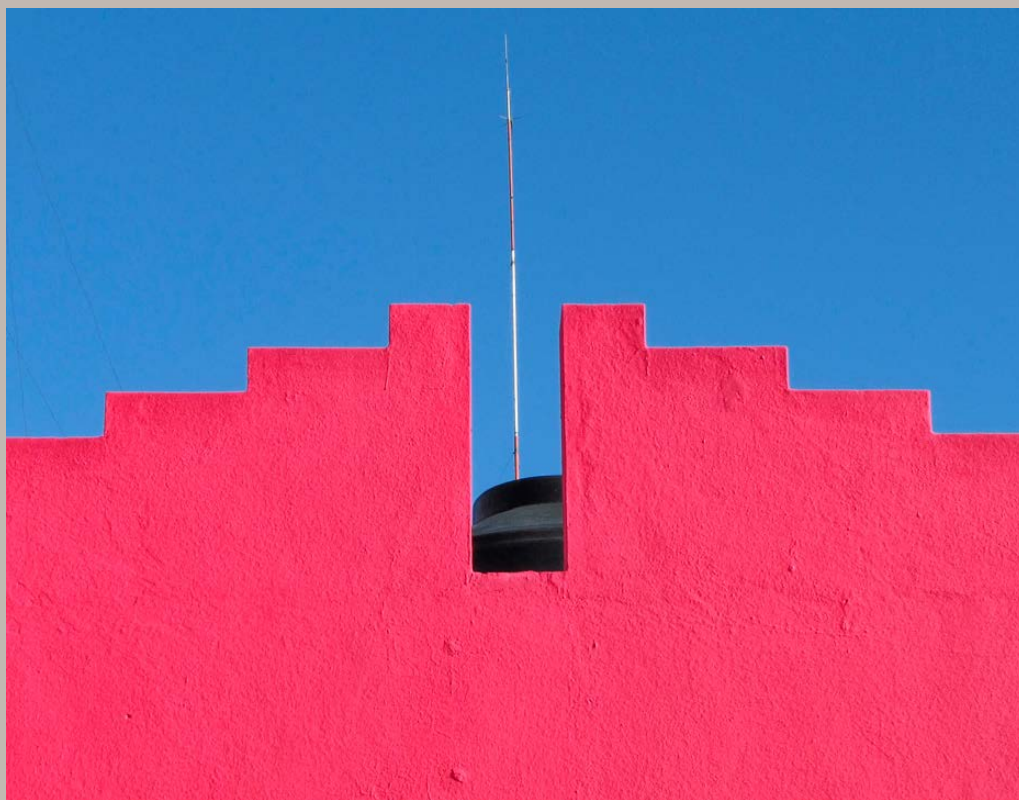
© Germán Montalvo. Pirámide rosa y tanque.

de diversos receptores. En particular, el papel del ATP en cerebro es de gran interés debido a su participación en procesos fisiológicos y patológicos, por lo que actualmente se estudia la modulación de la señalización purinérgica como un blanco terapéutico para el tratamiento de neuropatologías, enfermedades neurodegenerativas y trastornos psiquiátricos.

Sin embargo, debido a que la comunicación mediada por ATP ocurre en diversos tejidos y órganos de diferentes sistemas, se necesitan estudios multidisciplinarios que permitan comprender e integrar la participación de la señalización purinérgica entre los diferentes sistemas tanto en procesos fisiológicos, así como en padecimientos crónicos como enfermedades autoinmunes, neurodegenerativas, cardiovasculares y cáncer. De esta manera se podrá entender mejor el papel de la señalización purinérgica, y favorecer el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al apoyo otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) FOSEC SEP-INVESTIGACIÓN BÁSICA A1-S-26479 y el apoyo “International Society for Neurochemistry-CATEGORY 1C: Return Home” otorgados a AMES. Además de la beca postdoctoral otorgada por CONACYT a VMRR (626561).



© Germán Montalvo. Roto pirámide.

REFERENCIAS

- Bonora M, Patergnani S, Rimessi A, De Marchi E, Suski JM, Bononi A *et al.* (2012). ATP synthesis and storage. *Purinergic Signal* 8(3):343-357. doi:10.1007/s11302-012-9305-8.
- Burnstock G (2017). Purinergic Signalling: Therapeutic Developments. *Front Pharmacol* 8:661. doi:10.3389/fphar.2017.00661.
- Burnstock G (2020). Introduction to Purinergic Signalling in the Brain. *Adv Exp Med Biol* 1202:1-12. doi:10.1007/978-3-030-30651-9_1.
- Burnstock G and Kennedy C (1985). Is there a basis for distinguishing two types of P2-purinoceptor? *Gen Pharmacol* 16(5):433-440. doi:10.1016/0306-3623(85)90001-1.
- Cheffer A, Castillo ARG, Correa-Velloso J, Goncalves MCB, Naaldijk Y, Nascimento IC, Burnstock G and Ulrich H (2018). Purinergic system in psychiatric diseases. *Mol Psychiatry* 23(1):94-106. doi:10.1038/mp.2017.188.
- Lipmann F (1941). Metabolic Generation and Utilization of Phosphate Bond Energy. En Nord FF y Werkman CH (eds.) *Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology* (pp. 99-162). Lohmann K (1929). Über die Pyrophosphatfraktion im Muskel. *Naturwissenschaften* 17(31):624-625. doi:10.1007/BF01506215.
- Lythgoe B and Todd AR (1945). Structure of Adenosine Di- and Tri-Phosphate. *Nature* 155(3945):695-696. doi:10.1038/155695b0.
- Pietrowski MJ, Gabr AA, Kozlov S, Blum D, Halle A and Carvalho K (2021). Glial Purinergic Signaling in Neurodegeneration. *Front Neurol* 12:654850. doi:10.3389/fneur.2021.654850.
- Rigoulet M, Bouchez CL, Paumard P, Ransac S, Cuvellier S, Duvezin-Caubet S *et al.* (2020). Cell energy metabolism: An update. *Biochim Biophys Acta Bioenerg* 1861(11):148276. doi:10.1016/j.bba-bio.2020.148276.

Victor Manuel Ruiz Rodríguez
Ana María Estrada Sánchez
División de Biología Molecular
Laboratorio de Neurobiología
Instituto Potosino de Investigación Científica
y Tecnológica (IPICYT)
San Luis Potosí, México
ana.estrada@ipicyt.edu.mx

Germán Montalvo:

Un *flâneur* con cámara

Claudia Berrueto



© Germán Montalvo. Autorretrato.

El corazón, yo lo usaba en los ojos.

Gilberto Owen

Dueño de una revolución visual constante, Germán Montalvo (Veracruz, México, 1956), vasto artista del diseño gráfico, nos comparte su pasión derramada por la fotografía y lo que a su paso encuentra e interioriza en su andar por la ciudad y sus vericuetos. Es insoslayable el hecho de que Montalvo es un *flâneur*, un callejeante poseedor de una mirada aguda que denuncia pasajes oníricos de una realidad que no escapa a su lente.

Entre hallazgos y observaciones agudas, tiernas, melancólicas y lúdicas, lo visible asalta en escorzo a lo invisible para delatar una naturaleza fragmentada de la belleza en la ruina y la desolación. Así, con la lucidez de quien sabe perderse en las calles para apropiárselas y extrañarse de este “bosque de la modernidad”, como afirmaba Walter Benjamin que es la ciudad, Montalvo está atento a las conexiones, asociaciones, homenajes involuntarios y disonancias que el espacio urbano le dicta.



Elementos y objetos de la calle, ese espacio en el que todos los tiempos se conjugan y se desdibujan, acuden a la intuición de Germán, quien alinea su mirada provisto de su Cannon SX160 IS, para erguirse y mostrarle sus atributos ocultos en el polvo, bajo el sol furioso, sobre el aire a punto de extinguirse; insertos en los mapas de luz, dentro del júbilo del vestigio, bajo el desapego del origen.

Al tomar la calle, esa naturaleza que se define a cada instante en los fragmentos o jirones que vemos, los hallazgos se potencian gracias a la insinuación que existe en ella. La mirada de Germán simplifica y monumentaliza, fragmenta y fusiona, crea nuevas relaciones con los objetos y los lugares fuera de toda concepción sistemática. Así, nos hace partícipes de hallazgos que consisten en geometrías que respiran, chimeneas que sueñan, despojos encendidos en su color, aves que dividen cielos y remontan sus olas, construcciones en obra negra latiendo como ruinas, volcanes rugiendo su luz, tinacos enseñoreados

sobre pirámides de block, muros destejidos a mediodía, alambradas cuadrículando la tensión, ambulantes plumajes de plástico, carrocerías sostenidas por el aire cumpliendo el destino de ser fuselaje, tótems de molcajetes, ángeles de piedra desperezándose entre la maleza, ornamentos antiguos que brotan de cortinas metálicas, músicos incansables empotrados en el jazz, danzas desde el vértice de unas alas, escaparates ataviados esperando por un tramoyista...

“Ver es un encuentro de miradas”, como afirma Philip Ball, y es precisamente este suceso lo que desemboca inevitablemente en lenguaje.

Enunciar lo que se ve es el juego completo de la mirada. Germán Montalvo lo hace a través de los títulos de sus fotos y lo hace de una manera inusitada tanto por su ingenio, su sentido lúdico (y no por ello menos reflexivo) como por la profundidad con la que aborda el encuentro con su entorno. Y no es para menos, gran conocedor del mundo de la fotografía, Montalvo trabajó al lado de la increíble Mariana Yampolsky, una de sus figuras tutelares y presencia vertebral del arte mexicano.



© Germán Montalvo. *No hubo goles, solo atardecer.*

Montalvo cuenta además con importantes libros de fotografía como *Guía para detallistas*, *Centro histórico de la ciudad de Puebla*, *Guía para detallistas*, *Centro histórico de la ciudad de San Luis Potosí* y *Popo Pop. Imágenes de la urbe volcánica*, que muestran su amplísima trayectoria como artista en el campo de la *reciprocidad de miradas*. Partiendo de este diálogo surgen homenajes, paráfrasis y guiños en esta serie de imágenes callejeras hacia la obra de Yaacov Agam, Manuel Felguérez, Robert Rauschenberg, Sol Lewitt, Elsworth Kelly, Frank Stella, Tadanori Yokoo, Max Bill, Christo, entre otros, y evocaciones musicales como la portada del *The Blue Yusef Lateef*.

Cada imagen involuntariamente alusiva al estilo de estos artistas es una manera puntual de señalar la fotografía como medio de conocimiento y reconocimiento. Según Susan Sontag:

[...] se ha interpretado la acción de fotografiar de dos maneras del todo diferentes: ya como un acto de conocimiento lúcido y preciso, de inteligencia consciente, o bien como una manera de encuentro preintelectual, intuitivo, pero es también un acto que certifica la experiencia, aquí en el sentido de la apropiación.

Fervoroso observador, incomparable lector de la calle, su representación de lo urbano sugiere como nadie, desde su lente, las claves de las metamorfosis de paisajes y objetos que son transformados en tanto son recorridos y observados, una gozosa tarea para Montalvo, quien mantiene su capacidad de asombro en estado de gracia y es capaz de transmitirla hasta los huesos, así como la fuerza de su composición en lo hallado en cada inmersión en el más fascinante de nuestros escenarios: la calle.



© Germán Montalvo. *Por el momento la unidad está detenida.*

Estudio del dolor crónico: la alternativa de los modelos animales

Francisco Pellicer
Martha León-Olea

El estudio clínico experimental del dolor tónico o crónico en el humano presenta serios problemas relacionados con el diseño experimental; por ejemplo, en cuanto a la homogeneidad de los casos a estudiar, en cuanto a la selección de los grupos testigo y en cuanto a las estrictas condiciones bioéticas que se tienen que observar en los pacientes con dolor, especialmente a largo plazo.

Tal vez la única ventaja, si es que así lo podemos determinar, es que el estudio en humanos nos ofrece un correlato cognitivo conductual altamente preciso relacionado con el fenómeno doloroso.

Recientemente se han desarrollado diversos modelos humanos para el estudio del dolor tónico; sin embargo, el estudio electrofisiológico, farmacológico, así como el de la génesis y mantenimiento del dolor crónico tiene muchas limitaciones para su estudio experimental.

Es en este contexto que los modelos animales de dolor, y especialmente el relacionado con plazos largos y de origen neuropático o central, nos proveen una herramienta invaluable para el abordaje experimental.

Por este motivo se han desarrollado diversos modelos animales con el fin de tratar de entender la complejidad del fenómeno doloroso, sobre todo para el enfermo que lo padece.

En este punto nos vemos obligados a clarificar algunos conceptos relacionados con el dolor y la nocicepción. Se ha definido al dolor como un mecanismo de alarma que previene al organismo de un daño real o potencial, de contenido emocional y sensorial desagradable.

Normalmente el dolor se asocia a una fuente reconocible de daño con topografía (dónde se origina o localiza), magnitud (qué tanto me duele) y temporalidad (qué tanto dura); que aunado a las características de cómo se percibe, es lo que definimos como *qualia*, es decir, la calidad sensorial del dolor, que se reporta de forma verbal por el afectado. La contraparte animal del término es nocicepción. En este caso lo que se evalúa son una serie de respuestas motoras, endocrinas, emocionales y finalmente conductuales que se encuentran asociadas al nivel de desarrollo filogenético, fisiológico, así como al cognoscitivoafectivo de la especie en estudio.

La investigación experimental de la nocicepción crónica, mediante la utilización de animales íntegros también ha sido un abordaje con problemas metodológicos que involucran estrechamente la esfera bioética (Pellicer, 2007) y el análisis e interpretación de resultados a través del tiempo. Al respecto, pensamos que un modelo experimental para el estudio del dolor crónico debe de tener las siguientes características:

a) Que el modelo animal utilizado presente un fenómeno razonablemente equiparable al que se presenta en el humano.

b) Que el modelo provea los mecanismos fisiológicos intrínsecos para el entendimiento del fenómeno nociceptivo que se pretende estudiar.

c) Que se lleve a cabo dentro de las normas y criterios bioéticos para la experimentación con dolor.

Albe-Fessard y colaboradores (1990) realizaron una revisión de los diferentes modelos animales para el estudio del dolor crónico y los clasificaron de acuerdo con el mecanismo de génesis del mismo en tres grupos: hiperestimulación, desafección y foco central irritativo.

Con estos tres modelos el animal despliega una conducta nociceptiva caracterizada por vocalización, autolesión y pérdida de la función del área afectada. Cabe resaltar que en estos modelos se han observado conductas autolesivas caracterizadas por lamido intenso, mordisqueo, rasguño e incluso hasta la autoamputación del sitio afectado.

A este respecto diversas revisiones de varios autores han coincidido en que esta conducta autolesiva es el resultado de la estimulación nociceptiva periférica, la cual genera alteraciones morfofuncionales, por ejemplo, la aparición de canales de Na⁺ dependientes de voltaje en el neuroma o cicatriz glial, un proceso de sensibilización central, así como alteraciones en los sistemas corticales inhibitorios que regulan la percepción nociceptiva.

EL MODELO DE HIPERESTIMULACIÓN

Este modelo consiste en la producción de un foco irritativo periférico mediante la inyección de un agente quimionociceptivo (carragenina o formilina) de manera subcutánea o intraarticular (adyuvante completo de Freund, o el modelo de impedimento funcional inducido por dolor en la rata PIFIR, por sus siglas en inglés), los cuales desencadenan un comportamiento caracterizado por vocalización, rascado y mordisqueo, así como pérdida de la función del área afectada.

A este respecto, en nuestro laboratorio hemos desarrollado un modelo experimental que despliega una conducta de autolesión cuantificable y con recuperación conductual *ad integrum*.

Este modelo consiste en la inyección subcutánea de 250 microlitros de carragenina al 1 % en la región plantar, lo que desencadena un proceso inflamatorio con su pico máximo a las 24 h y que se resuelve en un lapso aproximado de 10 días (Figura 1). Los animales también presentan una conducta de autolesión cuantificable en 5 grados (Figura 2) (Pellicer *et al.*, 1999).

Figura 1. La gráfica muestra el porcentaje de inflamación plantar producida por 250 µl de solución salina (Control) vs 250 µl de carragenina al 1 % (Car 250). Nótese que el pico máximo del proceso inflamatorio se presenta a las 24 h de la inyección de carragenina. Este procedimiento genera un estado hiperalgésico circunscrito a la región plantar infiltrada y resuelve en un lapso de 10 a 14 días. Hay que recalcar que este procedimiento no provoca dolor inescapable ni cambios en las variables fisiológicas generales como peso y curvas de crecimiento ponderal.

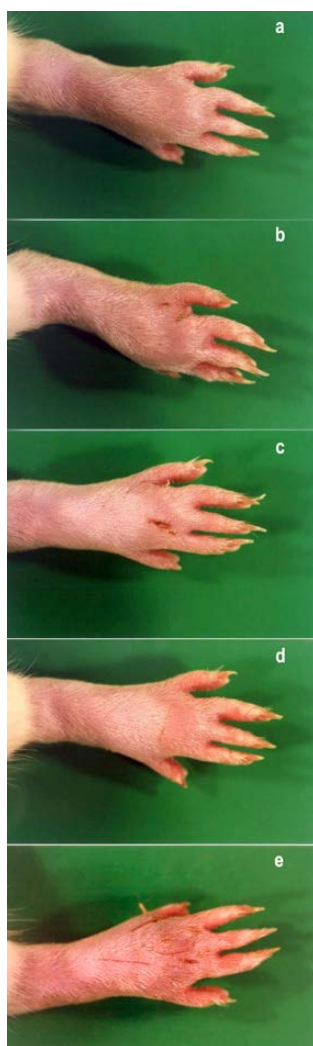
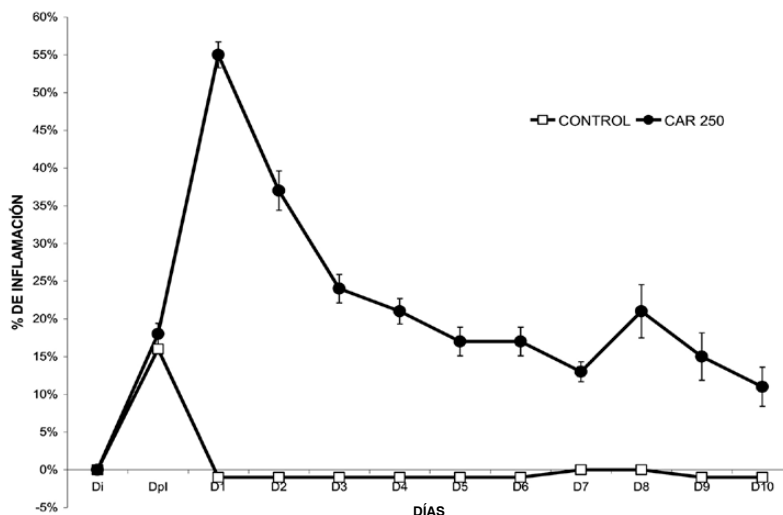


Figura 2. Estas imágenes muestran los cinco grados de la conducta de autolesión producida por un proceso inflamatorio secundario a la inyección intraplantar de 250 µl de carragenina. a) Cero puntos sin lesión. b) Un punto por una lesión menor a 3 mm. c) Dos puntos por múltiples lesiones menores a 3 mm, d) tres puntos por una lesión de 3 mm o más y e) cuatro puntos por múltiples lesiones de 3 mm.

EL MODELO DE DESAFERENTACIÓN

La desafferentación ha sido ampliamente utilizada en la experimentación del dolor crónico y se ha sugerido que es el modelo animal más adecuado para el estudio de patologías humanas como miembro fantasma doloroso, avulsión del plexo braquial y otras neuropatías en que el daño y la destrucción neural es extensa o completa.

Este procedimiento consiste en la sección o ablación de la raíz dorsal en regiones cervicales, lumbares, plexo braquial o nervio ciático, la cual desencadena una manifestación conductual autolesiva cuantificable conocida como autotomía (Figura 3).

Esta conducta consiste en un excesivo autocuidado o autolimpieza del sitio afectado expresado como lamido intenso, mordeduras y eventualmente la amputación del sitio denervado.

La autotomía es un fenómeno que se ha observado en diferentes especies animales como en la rata, el ratón y el mono, pero no es exclusivo de estas, ya que se ha reportado autotomía en humanos con neuropatías. Así mismo, la desnervación genera un síndrome clínico conocido como “anestesia dolorosa”; este se reporta como dolor en el sitio desnervado o anestesiado.

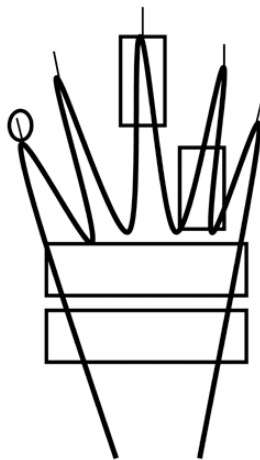


Figura 3. Grado de autotomía secundaria a la sección del nervio ciático y safeno propuesta para la evaluación de la nocicepción crónica (Wall *et al.*, 1979).

- 1 Punto una o todas las uñas.
- 1 Punto por la porción distal de cada dedo.
- 1 Punto por la porción proximal de cada dedo.
- 1 Punto por la porción distal de la pata.
- 1 Punto por la porción proximal de la pata.

FOCO CENTRAL IRRITATIVO

El foco central irritativo consiste en generar un sitio hiperexcitable a través de la inyección de gel de alúmina, penicilina y otras sustancias, en áreas del sistema nervioso involucradas en la nocicepción, como el ganglio del trigémino o la raíz dorsal de la médula espinal.

El mecanismo propuesto para este modelo es el de la hiperestimulación irritativa de estos núcleos, lo cual desencadena una manifestación conductual de rascado en el sitio innervado por el núcleo previamente infiltrado. Esta aproximación experimental apoya la hipótesis de que las conductas de autoagresión son el resultado de la disfunción de núcleos y vías centrales involucradas en la nocicepción.

En los trabajos realizados por nuestro grupo (Pellicer *et al.*, 1999; Sotres-Bayón *et al.*, 2001) hemos utilizado un modelo que incorpora varios de los abordajes mencionados como, por ejemplo, la hiperestimulación a través de quimionocicepción o termnocicepción previa a la desnervación del ciático ipsilateral a la estimulación nociceptiva.

El motivo de combinar el modelo de hiperestimulación con el de desaferentación es el de que, en la mayoría de las patologías dolorosas secundarias a desaferentación, antes de la misma, los pacientes generalmente cursan con lesiones inflamatorias o térmicas dolorosas, entre otras.

Este modelo nos ha ayudado a explicar cómo el estado somatosensorial previo a la desnervación es determinante en el desarrollo del dolor crónico y neuropático.

Resulta evidente que es con el estudio multidisciplinario, donde los modelos animales de experimentación han jugado un papel determinante en la comprensión de un fenómeno complejo como el dolor, que daremos respuestas a interrogantes sin resolver, tales como los estados de percepción algésica alterada como la hiperalgesia, la alodinia, el miembro fantasma doloroso o el dolor recurrente de origen no orgánico; entidades clínicas que presentan un reto para su entendimiento y su tratamiento racional.

B I B L I O G R A F Í A

- Albe-Fessard D, Giamberardino MA and Rampin O (1990). Comparison of Different Animal Models of Chronic Pain. In LS (Ed.), *Advances in Pain Research and Therapy*, Vol. 13, (pp. 11-27). New York: Raven Press.
- Pellicer F, Lopez-Avila A and Torres-Lopez E (1999). Electrical stimulation of the cingulum bundle precipitates onset of autotomy induced by inflammation in rat. *Eur J of Pain* 3:287-293.
- Pellicer F (2007). Bioethical guidelines for the study of chronic pain in animals: a paradox. *Salud Mental* 30(6):20-24.
- Sotres-Bayon F, Torres-Lopez E, Lopez-Avila A, del-Angel R and Pellicer F (2001). Lesion and electrical stimulation of the ventral tegmental area modify persistent nociceptive behavior in the rat. *Brain Research* 898:342-349.

Francisco Pellicer
Laboratorio de Neurofisiología Integrativa
pellicer@imp.edu.mx

Martha León-Olea
Departamento de Neuromorfología Funcional
Dirección de Investigaciones en Neurociencias
Instituto Nacional de Psiquiatría
Ramón de la Fuente Muñiz

Los acociles de México: especies con valor ecológico y alimentario en riesgo de desaparición

Ariadne **Hernández-Pérez**
Adriana **Correa-Benítez**

Los acociles son crustáceos decápodos (es decir, tienen diez apéndices locomotores comúnmente llamadas patas), que habitan en los cuerpos de agua dulce de México como lo son ríos, lagos, lagunas, presas, etcétera. Su nombre común proviene del náhuatl *acuitzilli*: *atl* = agua y *cuitzilli* o *coitzilli* = que se retuerce. Los acociles pertenecen a la familia de los cambáridos, dentro de la cual destaca el género *Cambarellus* (ver Figura 1). Este género es particularmente importante para nuestro país ya que representa un tercio de las especies de crustáceos de agua dulce (Armendáriz *et al.*, 2017) y, además, al menos once de las 22 especies que integran este grupo son consideradas endémicas o nativas del territorio mexicano (ITIS, 2021). En la Tabla 1 se agrupan las especies pertenecientes al género *Cambarellus* que han sido descritas en México, así como la zona geográfica en donde habitan y el estatus de conservación que guardan.

Aunque en los últimos años la comunidad científica mexicana ha realizado esfuerzos por conocer los aspectos fisioecológicos y productivos de estas especies, aún desconocemos mucho sobre ellas. Conocer la importancia de los acociles nos permitirá revalorizar estas especies, conservarlas y aprovecharlas de manera sostenible.



Figura 1. Acocil *Cambarellus montezumae*, 2021. Fotografía: Ariadne Hernández Pérez.

EL PAPEL DE LOS ACOCILES EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los acociles tienen predilección por habitar en aguas poco profundas con temperaturas entre 10 y 25 °C, y ricas en vegetación (Madrigal-Bujaidar *et al.*, 2017). Abundan en zonas de potreros inundables, especialmente durante la temporada de lluvias, y aunque sus poblaciones tienden a disminuir durante secas, sobreviven enterrándose en los lodos, aprovechando la humedad acumulada (Rivera-Becerril *et al.*, 2008). Son organismos de hábitos nocturnos y pasan gran parte de su vida enterrados en el sedimento de los cuerpos de agua y refugiados en troncos hundidos o cúmulos de plantas que utilizan para ocultarse de sus depredadores. Se reproducen durante las épocas más cálidas del año, que en el centro del país coinciden con los meses de abril, mayo y junio (García-Padilla, 2014).

Los acociles son especies importantes para los ecosistemas acuáticos, ya que se alimentan, en gran medida, de los residuos sólidos que se encuentran en los fondos de los cuerpos de agua dulce, llamados *detritus*, así como de huevos y larvas de peces u otros organismos acuáticos (Madrigal-Bujaidar *et al.*, 2017). Debido a esto, facilitan la descomposición de la materia orgánica en los fondos acuáticos, contribuyendo a la transformación de la energía dentro de la cadena alimenticia, o niveles

tróficos, de estos ecosistemas. Estos organismos, a su vez, son consumidos por patos y otras aves, anfibios como los ajolotes y las ranas, peces de mayor tamaño como ciprínidos y bagres, y por supuesto, mediante su recolección, por los seres humanos.

LOS ACOCILES COMO FUENTE DE ALIMENTO PARA EL CONSUMO HUMANO

Los acociles son un ingrediente muy importante de la gastronomía mexicana y, aunque su consumo ha disminuido considerablemente, representan una fuente de proteína animal de alta calidad, así como una fuente de sustento para las familias que se dedican a su recolección. Los acociles eran consumidos en la época prehispánica durante las ceremonias del decimoctavo mes del año, *Izcalli*. Eran capturados con redes hechas de fibras naturales como el agave. Su preparación consistía en un mole llamado *acociltatonilli* e incluía acociles, chile rojo, tomates y pepitas de calabaza (Nava-Villalva, 2020).

Actualmente, se recolectan con redes sintéticas y se consumen principalmente tostados, cocidos al vapor como botana, y también en caldos. A pesar de su pequeño tamaño, de entre 3 y 5 cm, el acocil representa un ingrediente con alto valor nutrimental para la dieta. Contiene hasta un 40 % de proteína de alta calidad, es rico en aminoácidos esenciales como la leucina e isoleucina, y no esenciales como glutamina y asparagina. Además, es una fuente muy importante de vitamina B, así como de minerales que incluyen sodio, potasio, calcio, magnesio y zinc (Latournerié-Cervera *et al.*, 2006).

Un aspecto del consumo de estos organismos es que tradicionalmente se consumen cocidos. Por lo tanto, el riesgo de ser un vector de patógenos bacterianos que puedan llegar a ocasionar un daño en la salud humana es relativamente bajo.

EXTINCIÓN DE LOS ACOCILES: CAUSAS Y EFECTOS

En nuestro país, la mayoría de las especies de acociles del género *Cambarellus* habitan en cuerpos de agua dulce situados a lo largo del Eje Neo Volcánico-Transversal, que es considerada como una de

Especies	Hábitat	Descrito por	Estatus de conservación según la lista roja IUCN
<i>Cambarellus montezumae</i>	Cuenca del Valle de México	Saussure, 1858	Preocupación menor
<i>Cambarellus areolatus</i>	Cuenca de Parras, Coahuila	Faxon, 1885	Posiblemente extinto
<i>Cambarellus occidentalis</i>	Cuenca no especificada en Mazatlán, Sinaloa	Faxon, 1898	Preocupación menor
<i>Cambarellus chapalanus</i>	Lago de Chapala, Jalisco	Faxon, 1898	Casi amenazado
<i>Cambarellus patzcuarensis</i>	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	Villalobos, 1943	En peligro
<i>Cambarellus zempoalensis</i>	Lagunas de Zempoala, Morelos	Villalobos, 1951	Preocupación menor
<i>Cambarellus alvarezii</i>	Manantiales Ejido El Potosí, Nuevo León	Villalobos, 1951	Extinto
<i>Cambarellus chihuahuae</i>	Manantiales Ojo de Carbonera, Ejido Rancho Nuevo, Chihuahua	Hobbs, 1980	Extinto
<i>Cambarellus prolixus</i>	Lago de Chapala, Jalisco	Villalobos-Figueroa y Hobbs, 1981	En peligro crítico
<i>Cambarellus zacapuensis</i>	Laguna de Zacapu, Michoacán	Pedraza-Lara y Doadrio, 2015	En peligro
<i>Cambarellus moi sp. nov.</i>	Laguna El Vegil, Querétaro	Pedraza-Lara et al., 2021	En peligro crítico

Tabla 1. Especies pertenecientes al género *Cambarellus* consideradas como endémicas de México. Fuente: Pedraza-Lara et al., (2021).

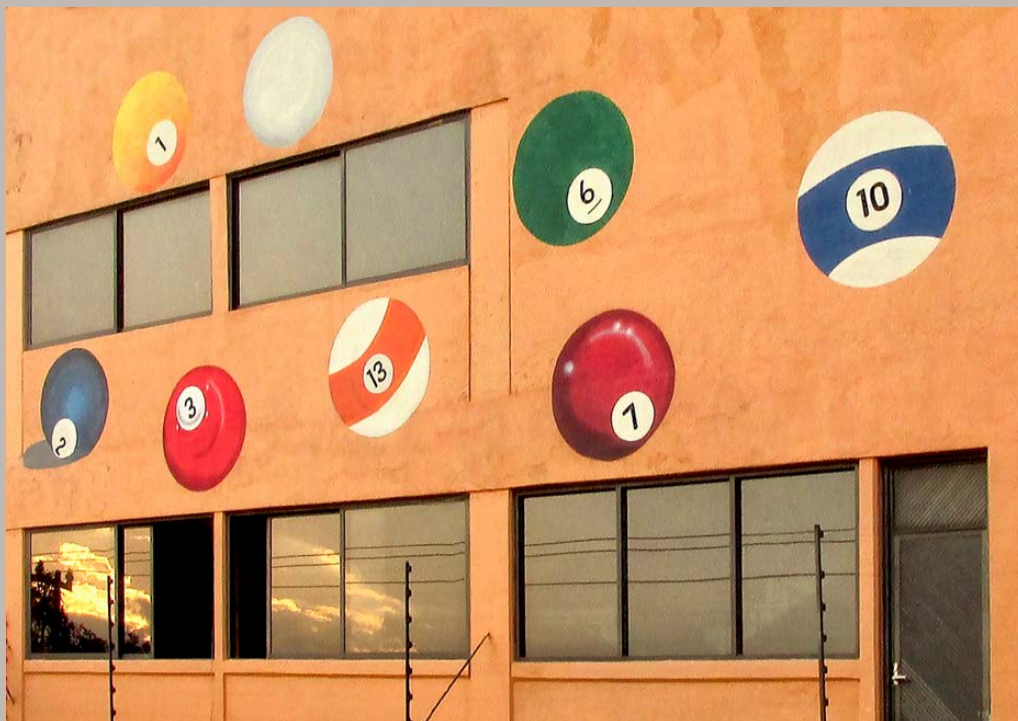
las zonas en donde se concentra la mayor riqueza biológica de México. Sin embargo, como producto del sistema neoliberal que ha imperado en las últimas décadas, en esta zona se localizan la mayor parte de las “Regiones de Emergencia Ambiental”, es decir, zonas consideradas como las más contaminadas del territorio mexicano (PRONACES-CONACYT, 2021). Debido al efecto de esta contaminación, así como a la reducción y destrucción de su hábitat, hoy en día, la mayoría de los acociles del género *Cambarellus* son considerados como especies amenazadas o en peligro de extinción, e incluso, dos de las once especies de nuestro país ya se han

declarado extintas (IUCN, 2021), como se muestra en la Tabla 1. Además de la pérdida de biodiversidad que representa la extinción de acociles, la actual escasez de estos crustáceos en el medio natural ha repercutido en su consumo. Se comercializa actualmente con un costo elevado, que va desde 500 hasta 1,300 pesos por kilogramo en mercados de la Ciudad de México, por lo que es considerado como un ingrediente *gourmet* en las grandes urbes, disminuyendo su consumo. Esto, a su vez, ha provocado la desvalorización y el desconocimiento por parte de la población mexicana sobre la importancia nutrimental, ecológica y cultural de estas especies.

PERSPECTIVAS

Debido a las amenazas que los acociles enfrentan, una de las alternativas para su recuperación es su producción por acuicultura que, aunque todavía no ha sido aprovechada comercialmente, es considerada como una actividad con gran potencial de desarrollo. Los hábitos alimenticios y de comportamiento de los acociles del género *Cambarellus*, así como su fácil reproducción, los hacen excelentes candidatos para su aprovechamiento mediante sistemas de acuicultura multitrofica. En estos sistemas se cultiva una combinación de especies que habitan distintos niveles tróficos, y que reciclan los residuos que son generados por cada grupo animal o vegetal, convirtiéndolos en nuevos aportes energéticos que serán aprovechados por el siguiente elemento de la cadena alimenticia.

Estudiar los aspectos fisiológicos, ecológicos y productivos de los acociles endémicos de nuestro país impacta no solo a nivel ecológico y en la seguridad alimentaria de los mexicanos, sino también en la dignificación de nuestros pueblos y culturas originarias. En la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, actualmente se están llevando a cabo estudios que nos permitan conocer más sobre la biología de estas especies, con la finalidad de evaluar su potencial productivo. Esto permitirá desarrollar en el futuro un aprovechamiento



© Germán Montalvo. Pull con puesta de sol y efecto.

sostenible de los acociles, fomentando la participación de las comunidades que tradicionalmente los han aprovechado.

REFERENCIAS

Armendáriz G, Quiroz-Martínez B and Alvarez F (2017). Risk assessment for the Mexican freshwater crayfish: the roles of diversity, endemism and conservation status. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27(1):78-89.

García-Padilla GM (2014). Aspectos sobre el crecimiento y reproducción del acocil *Cambarellus (Cambarellus) montezumae* (Saussure, 1857). Un análisis ecofisiológico. *Universidad Nacional Autónoma de México. Integrated Taxonomic Information System, ITIS*. (2021). Recuperado de <https://doi.org/10.5860/choice.49-6871>.

IUCN (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Núm. 2021-2). Recuperado de: <https://www.iucnredlist.org/>.

Latournerié-Cervera JR, Nacif-Orsorio Y, Cárdenas-Vázquez RJ y Romero-Jarero J (2006). Crecimiento, producción y eficiencias de energía de crías de acocil *Cambarellus Montezumae* (Saussure) alimentadas con detritus de *Egeria densa*. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 7(12):1-11.

Madrigal-Bujaidar E, Álvarez-González I, López-López E, Sedeño-Díaz

JE and Ruiz-Picos RA (2017). *The Crayfish Cambarellus montezumae as a Possible Freshwater Non-conventional Biomonitor*. 33, 157–179. En Larramendy ML (Ed.), *Ecotoxicology and Genotoxicology: Non-traditional Aquatic Models* (pp. 157-179). The Royal Society of Chemistry.

Nava-Villalva JL (2020). El Árbol Filogenético del Mole, Evolución de un Platillo Mexicano. *Culinaria. Universidad Autónoma del Estado de México* 19:3-22.

Pedraza-Lara C, Ortiz-Herrera HS and Robert JW (2021). A new species of crayfish of the genus *Cambarellus* (Decapoda: Cambaridae) from central Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 92.

PRONACES-CONACYT (2021). *Las Regiones de Emergencia Ambiental: definición y localización en México*. CONACYT. En: <https://bit.ly/3tGvol3>.

Rivera-Becerril F, Signoret-Poillon M, Ayala-Zermeno MA, Castilla-Hernández P, García-Mena J, Mier T, Núñez-Cardona T, Romero-Martínez N, Sánchez-Santillán N, Torres-Corona N y Viccon-Pale JA (2008). Algunos aspectos ambientales y biológicos de dos potreros inundables de la Mixtequilla. *Revista ContactoS* 31-39.

Ariadne Hernández-Pérez
ahernandez@fmvz.unam.mx

Adriana Correa-Benítez
Departamento de Medicina y Zootecnia de Abejas
Conejos y Organismos Acuáticos
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional Autónoma de México
adrianac@unam.mx

Integración del conocimiento ecológico tradicional para la conservación de aves del bosque mesófilo de montaña

Rosa Elvia **Horta-Hinojosa**

Blanca **Roldán-Clarà**

José Antonio **Sierra Huelsz**

El ser humano ha establecido una estrecha relación con los recursos naturales, un ejemplo es el vínculo que se establece con las aves a través de su uso como mascotas y que se manifiesta en algunas actividades económicas (venta de aves), tradicionales (su uso en peregrinaciones) y culturales (para fines mítico-religiosos) (Roldán-Clarà y Toledo, 2017). Las personas que realizan algunas de estas actividades son poseedoras de conocimientos ecológicos tradicionales, un conjunto de saberes y prácticas que las personas han adquirido a través de la observación, el uso y el manejo de los recursos, que han ido cambiando y adaptándose en el tiempo y que son transmitidos de manera oral y empírica de generación en generación (Berkes, 1999).

El interés por el conocimiento ecológico tradicional se ha venido incrementando desde 1980 (Berkes y Folke, 2000) debido al impulso de investigaciones orientadas a la identificación y clasificación de especies (etnotaxonomía), a la comprensión de los procesos ecológicos y a las relaciones entre el medio ambiente y las comunidades

rurales (Berkes, 1999), de tal manera, que se ha podido fundamentar la contribución de los conocimientos ecológicos tradicionales al conocimiento científico con información sobre la historia natural de plantas, animales y otros organismos, ayudando a implementar procesos de restauración, gestión ambiental y conservación de la biodiversidad (e.g. Reyes-García, 2009).

APROVECHAMIENTO DE LAS AVES

Las aves han sido utilizadas de diferentes maneras, como alimento con el consumo de su carne o como medicina para la curación de enfermedades (Vázquez-Dávila, 2014). En algunas culturas también son utilizadas como amuletos con fines míticos-religiosos, para ofrendas en las peregrinaciones de semana santa o como aves de compañía (Roldán-Clarà y Toledo, 2017). Este último aprovechamiento se debe a sus llamativas características: variopintos plumajes, colores y cantos melodiosos, lo que las hace muy valoradas y apreciadas desde tiempos prehispánicos (Sahagún, 1969).

Las aves paserinas son las que se utilizan mayoritariamente con fines ornamentales. Dentro de este orden se encuentra la familia Turdidae, a la cual pertenecen los clarines (*Myadestes unicolor*) y jilgueros (*M. occidentalis*) que se encuentran entre

las más utilizadas. En México se consideran las favoritas y de mayor uso entre los pajareros y compradores, básicamente por su canto (Roldán-Clarà *et al.*, 2017) (Figura 1). Estas aves se localizan principalmente en el bosque mesófilo de montaña.

IMPORTANCIA DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA PARA LAS AVES

El bosque mesófilo de montaña en México se encuentra en zonas montañosas con clima húmedo. El intervalo altitudinal abarca desde los 800 m hasta los 3,000 m, encontrándose en transición con los bosques tropicales caducifolios hasta los bosques templados de regiones montañosas como los bosques de pino-encino. En este tipo de vegetación se puede observar frecuentemente neblina, por lo que también es denominado bosque de niebla (Figura 2).

Este tipo de bosque se encuentra en las áreas templadas y húmedas de las montañas, en la región de Los Tuxtlas y del centro, formando parte de la Sierra Madre Oriental. Este bosque es de gran importancia para la avifauna y particularmente para los *Myadestes*, ya que dichas aves suelen ser asociadas a los bosques montanos de México. Lamentablemente, el bosque mesófilo de montaña es considerado como uno de los más vulnerables y

Figura 1. Clarín (*Myadestes unicolor*) en jaula. Foto tomada por Blanca Roldán-Clarà.



Figura 2. Paisaje agropecuario con fragmentos de bosque mesófilo de Montaña en la Sierra de Chiconquiaco, Veracruz. Fotografía tomada por José Antonio Sierra Huelsz.

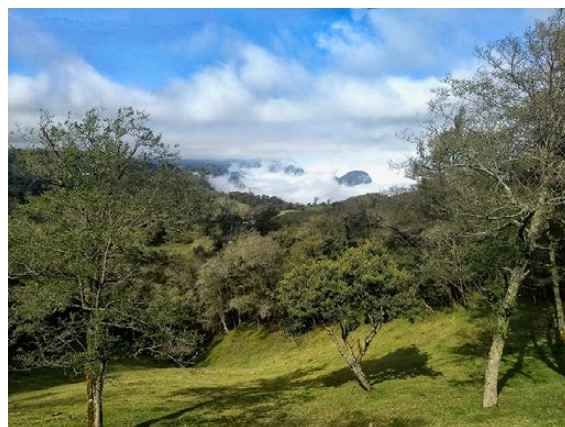




Figura 3. a) Capturador de clarines en campo; b) pajarero antes de salir a capturar, c) Familia de pajareros en su hogar. Fuente: fotos tomadas por Blanca Roldán-Clarà.

amenazados del país a causa de la continua deforestación para su conversión a cultivos extensivos de café. Otras afectaciones negativas son la implementación de la ganadería extensiva, el crecimiento de la mancha urbana y el aprovechamiento de productos maderables y no maderables, así como el cambio climático. Todo esto lleva al deterioro y a la pérdida de la biodiversidad; en este caso, de la avifauna (Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014).

Estos factores han afectado negativamente al hábitat de *Myadestes*, produciendo una disminución de sus poblaciones debido a la degradación continua de su hábitat. Otra causa conocida sobre la disminución de estas dos especies es su captura como aves de canto. Estas aves son capturadas en su medio silvestre por personas que dependen económicamente de dicha actividad, por los llamados pajareros, quienes se dedican a su captura, alimentación y venta (Roldán-Clarà *et al.*, 2017b).

Es importante señalar que el uso y la captura de las aves son regulados a través de los Calendarios Cinegéticos y Calendarios de Aprovechamiento de Aves Canoras y de Ornato (SEMARNAT, 2020). En ellos se establecen épocas en las que se permite hacer capturas, además de las especies permitidas y el número de individuos en cada una de las entidades de México.

Estos calendarios se implementaron a partir de la década de 1960, haciéndose más amplio su uso a partir de 1983, cuando comenzaron a publicarse en forma anual en el Diario Oficial de la Federación, y desde años más recientes, en la página oficial de la SEMARNAT. Sin embargo, desde hace unos años

los clarines y jilgueros dejaron de estar presentes en dichos calendarios.

EL OFICIO DE PAJARERO

El término pajarero hace referencia a las personas que tienen un conocimiento tradicional sobre las aves, ya que se encargan de su captura, manutención, cuidado y venta (Figura 3). El grupo pajarero cuenta con prácticas tradicionales para la captura de las aves mediante trampas llamadas “sordas”, para las que utilizan frutas silvestres como cebos. Otra práctica de captura se basa en una trampa que consta de un pájaro vivo llamado “cabresto”, “pájaro cantor” o “maestro”, que actúa como señuelo en las trampas. Esta práctica consiste en un sistema de jaula hecha con varas de madera, la cual está equipada con varios compartimentos que se cierran con la entrada del ave. Generalmente, el macho adulto es atraído por el cabresto que se encuentra en la parte central de la jaula que usualmente es colgada en árboles. Los pajareros reconocen el sexo de las aves (macho y hembra) y si son adultas o jóvenes. Esto los ayuda a realizar la captura selectiva para evitar la disminución de sus poblaciones. Otro conocimiento con el que cuentan los pajareros es su distribución y su migración local (Roldán-Clarà *et al.*, 2017).

Durante la aclimatación al cautiverio los pajareros proporcionan una mezcla de bayas o frutos silvestres y una pasta hecha con plátanos (plátano

macho, *Musa balbisiana*), alimento de pollo y huevo de gallina hervido. A este procedimiento se le denomina “frutearlos”, proceso de habituar a los pájaros a la vida doméstica antes de ser comercializados. Además, se encargan de la limpieza de las jaulas, de abastecerlas de agua y curarlas si se encuentran enfermas, entre otras actividades. Cabe mencionar que los pajareros también conocen ampliamente el lugar en donde habitan los clarines y jilgueros. Esto les permite reconocer problemas sobre la disminución de sus poblaciones y las posibles causas o factores que la provocan (Roldán-Clarà *et al.*, 2017).

Los pajareros reconocen los períodos de veda de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVs), además de respetar las vedas que ellos mismos establecen. Los pajareros al seguir estas normas formales e informales favorecen la sostenibilidad de las poblaciones de aves manejadas, con lo que contribuyen a que este recurso no se agote y puedan seguir ejerciendo dicha actividad a pesar de que los clarines y jilgueros se encuentren protegidas en la NOM-059.

EN BUSCA DE LA CONSERVACIÓN

En la actualidad se plantea llevar a cabo la integración de diferentes tipos de conocimiento a partir de proyectos interdisciplinarios en donde el conocimiento científico pueda integrarse con los conocimientos de los pobladores locales (Albuquerque *et al.*, 2021), de esta manera complementar información valiosa sobre la historia natural de especies de animales, plantas y hongos, potencializar estrategias y acciones de conservación y desarrollo sostenible de la biodiversidad, mejorar la generación de marcos normativos y gestión ambiental de los recursos naturales y proporcionar recomendaciones de manejo de vida silvestre. Dicho de otra manera, se busca la complementariedad entre conocimientos para llegar a un fin en común entre los actores principales (usuarios, gobierno e investigadores).

Si se trabaja en conjunto desde la perspectiva de los pajareros, podría evaluarse si realmente las reglas locales en el manejo comunitario han tenido resultados positivos para la conservación. Así mismo estas reglas podrían tomarse en cuenta para el control de la captura.

Los conocimientos de los pajareros también podrían aportar información sobre los cambios de las poblaciones en cuanto a la cantidad de individuos a través de los años, y a los cambios en las migraciones locales de las aves a lo largo del tiempo. Además, pueden apoyar con información valiosa de los posibles factores que causan la disminución o el aumento de las poblaciones de aves (impacto antrópico o por fenómenos naturales), que no siempre son fácilmente identificados por los investigadores.

Se pretendería también que con esta información puedan implementarse estrategias de conservación. Incluso se podría obtener información de su historia natural que la ornitología no ha publicado (e.g. biología reproductiva). Desafortunadamente, dichos acercamientos entre los pajareros y científicos y gestores pocas veces se han llevado a cabo de manera satisfactoria: hay dificultades de comunicación y tal vez hasta falta de interés.

También podría haber una ausencia de mecanismos entre los actores involucrados y asociado a esto sería muy difícil establecer acuerdos. Independientemente de que muchos pajareros hagan un buen manejo de las aves, existen algunos prejuicios arraigados acerca de este oficio. Desde algunos sectores de la academia y el ambientalismo, la captura de aves silvestres es totalmente condenada. Estos prejuicios se agravan en los casos en que los pajareros trabajan en los límites de la legalidad. Se considera como tarea pendiente explorar estrategias para mejorar la gobernanza y la gestión de estos recursos, de manera que estas beneficien a las aves y a los usuarios del recurso, considerando el resguardo y protección de los conocimientos y tradiciones de los pajareros de acuerdo con lo establecido en el Código de ética de sociedades académicas etnobiológicas (SOLAE, 2016).

ANÁLISIS DE PROSPECTIVA

En la actualidad ha ido en aumento la inclusión de los conocimientos tradicionales como fuentes para las investigaciones científicas, los cuales tienen como objetivo el aporte de información, integración y complementariedad (Albuquerque *et al.*, 2021). El conocimiento ecológico tradicional de las personas que han estado en contacto con el medio natural ha ayudado al conocimiento de los organismos y con ello han aportado a la conservación de la biodiversidad (Thornton y Maciejewski, 2012). Estos datos han sido de utilidad para la ampliación de información en la historia natural, estado de conservación, migraciones o desplazamientos locales e información de poblaciones, entre otros aspectos ecológicos, que difícilmente pueden ser observados y reconocidos por los investigadores. En este caso, la escasa información sobre los clarines y jilgueros en la ornitología puede ser a causa del difícil acceso a los lugares donde habitan estas aves, que son visitados comúnmente por los pajareros durante la realización del oficio. De tal manera que los pajareros podrían describir y contribuir con la información faltante sobre las aves para la ornitología y la conservación. El mensaje final es que, antes de criminalizar a los pajareros (Roldán-Clarà, 2018), urge colaborar con ellos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al doctor Thorsten Krömer por todo su apoyo y observaciones durante el proceso de la escritura del artículo. Al Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana por la oportunidad de ser parte del Posgrado en Ecología Tropical. Finalmente, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca de maestría.

BIBLIOGRAFÍA

Albuquerque UP, Ludwig D, Feitosa IS, de Moura JMB, Gonçalves PHS, da Silva RH and Júnior WSF (2021). Integrating traditional ecological knowledge into academic research at local and global scales. *Regional Environmental Change* 21(2):1-11.

Berkes F (1999). *Sacred ecology: traditional ecological knowledge and resource management* Taylor and Francis. *London Science and the St Elias* 203.

Gual-Díaz M y Rendón-Correa A (2014). *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.

Roldán-Clarà B y Toledo VM (2017). Los pajareros de México: sem-banza de una actividad biocultural. *Biodiversitas* 133:6-11.

Roldán-Clarà B, Toledo VM and Espejel I (2017). The use of birds as pets in Mexico. *J Ethnobiology and Ethnomedicine* 13(1):35. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0161-z>.

Roldán-Clarà B (2018). *Las familias tradicionales pajareras: hacia un nuevo planteamiento*. *Criminología verde* (pp. 159-172). México: UNAM.

Sahagún FB (1969). *Historia General de las Cosas de Nueva España. Segunda Edición. Numeración, anotaciones y apéndices* de Ángeles María Garibay. México: Editorial Porrúa.

SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.

SEMARNAT (2020). Calendario de épocas hábiles 2020-2021, temporadas hábiles 2020-2021-ACO. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Fecha de publicación: 29 de mayo del 2020. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/calendario-de-epocas-habiles-2020-2021>.

SOLAE, Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (2016). Código de Ética. *Etnobiología* 14(1). Ciudad de México.

Thornton TF and Maciejewski SA (2012). Collaborative Engagement of Local and Traditional knowledge and Science in Marine Environments: A Review. *Ecology and Society* 17(3):8.

Vásquez-Dávila MA (2014). Aves, personas y culturas. *Estudios de Etno-ornitología* 1.

Rosa Elvía Horta-Hinojosa
Centro de Investigaciones Tropicales
Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz, México

Blanca Roldán-Clarà
Universidad Autónoma de Occidente
Mazatlán, Sinaloa, México

José Antonio Sierra Huelsz
Centro de Investigaciones Tropicales
Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz, México
People and Plants International
blancamar@gmail.com



© Germán Montalvo. *Silo silva.*

El pitayo: estrategias de manejo tradicional y perspectivas de cultivo

Benjamín Marín-Flores

Las cactáceas son una familia de plantas que, se cree, surgieron en el norte de Sudamérica, de donde se dispersaron al resto del continente americano (Bravo-Hollis, 1978). Aunque las formas menos diferenciadas no presentan succulencia, la mayoría de los miembros de la familia presenta esta característica.

Esto las hace capaces de soportar y sobrevivir al estrés hídrico, propio de los ecosistemas secos (Jiménez Sierra, 2011). Esta adaptación las ha convertido en las plantas más representativas de los ecosistemas áridos y semiáridos del continente.

En México, las cactáceas poseen un alto grado de importancia cultural y culinaria, ya que alrededor del 60 % de los ecosistemas del país se encuentran dentro de la categoría de áridos y semiáridos. Además, México es uno de los centros de radiación de la familia, siendo el país con el mayor número de especies (913) de las cuales alrededor del 80 % son endémicas (Jiménez Sierra, 2011).

De ellas se obtienen frutos, semillas, fibras, maderas, flores y tallos comestibles (Bravo-Hollis, 1978). Los frutos de las plantas, como los nopales (*Opuntia* spp.), pitayos (*Stenocereus* spp.) y garambullos (*Mirtyllocatus* spp.), son una fuente importante de alimento para los pobladores y la fauna de las regiones donde se desarrollan, ya que muchos de ellos fructifican durante la época más seca del año.



Figura 1. El pitayo (*Stenocereus queretaroensis*), forma parte de la vegetación del bosque tropical caducifolio del centro occidente del país. Comunidad de pitayos creciendo en su hábitat natural en el municipio de Sahuayo Michoacán (foto: Benjamín Marín-Flores).

LAS PITAYAS EN MÉXICO (EL GÉNERO *STENOCEUREUS*)

En México, el nombre pitaya está asociado a un gran número de frutos que provienen de distintas especies y géneros de cactáceas. Todos ellos comparten características comunes. Se trata de bayas de forma globosa u ovoide con una pulpa jugosa de colores intensos y que está provista de cientos de pequeñas semillas negras. De estos géneros, el género *Stenocereus* sería uno de los de mayor relevancia en el territorio nacional, tanto por su distribución como por la cantidad de especies que lo representan (Quiroz-González *et al.*, 2018).

El género *Stenocereus* agrupa 23 especies de cactáceas columnares. La mayoría de ellas se encuentran distribuidas a lo largo del territorio mexicano, mayoritariamente en el bosque tropical caducifolio y en los matorrales xerófitos. Entre las especies de mayor importancia se encuentran, *S. pruinosus* y *S. stellatus*, de la región mixteca de Oaxaca; *S. thurberi*, del desierto de Sonora; y *S. queretaroensis*, del centro-occidente del país (Quiroz-González *et al.*, 2018). Además de la succulencia y la resistencia a la sequía, las plantas de este género presentan ciertas particularidades que las dotan de una gran rusticidad y capacidad para adaptarse a climas y suelos que serían poco favorables

para otras especies vegetales. Una de estas particularidades es su resistencia a la alta salinidad, ya que, tanto las plantas, como las semillas, son capaces de desarrollarse en estas condiciones (Quiroz-González *et al.*, 2018). Otra característica importante es su capacidad de tolerar altas temperaturas. Por ejemplo, las estructuras sexuales primarias de la especie *S. queretaroensis* toleran temperaturas de alrededor de 35 °C, valor superior a lo reportado para el nopal tunero *Opuntia* spp., otra planta adaptada a condiciones de sequía y alta temperatura (Gudiño y De la Barrera, 2014).

***STENOCEUREUS QUERETAROENSIS*, UNA CACTÁCEA DEL CENTRO-OCCIDENTE DE MÉXICO.**

El pitayo (*S. queretaroensis*) es una cactácea de hábito arborescente, habitante del bosque tropical caducifolio del centro-occidente del país. Posee un tronco leñoso bien definido como de un metro o metro y medio de altura, sobre el cual crece la copa formada por los tallos columnares, los cuales poseen de 5 a 8 costillas. Las areolas están separadas por aproximadamente un centímetro y poseen lana negra, sobre la cual surge un conjunto de entre seis a nueve espinas radiales (Bravo-Hollins, 1978).

Su distribución abarca los estados de Jalisco, Michoacán, Aguascalientes, Guanajuato, Zacatecas y Querétaro (Pimienta-Barrios *et al.*, 2002). Esta extensión genera que la especie tolere valores amplios de humedad y de temperatura. Por ejemplo, los valores de temperatura se encuentran entre 2 °C y 41 °C en el estado de Zacatecas, y entre 8 °C y 29 °C en el estado de Jalisco (Gudiño y De la Barrera, 2014). Por lo que el promedio de tolerancia de la especie se encontraría entre los 5 °C y 35 °C. Por su parte, los niveles de precipitación de las áreas de distribución se encuentran entre una media anual de 200 mm, hasta los 1082 mm (Gudiño y De la Barrera, 2014).

En el caso de sus necesidades luminosas, se sabe que al incrementarse la cantidad de horas luz, también se incrementa la formación de flores y frutos (Solís-Márquez *et al.*, 2018). Por lo que se trata de una planta que se beneficia de la exposición al sol directo.

FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE *S. QUERETAROENSIS*

La floración se presenta cuando se alcanzan las temperaturas más bajas de su área de distribución (5-8 °C), coincidiendo con el final del invierno y el inicio de la primavera. La antesis comienza alrededor de las 8 p. m. y las flores permanecen abiertas hasta el ocaso del día siguiente; sin embargo, su mayor potencial reproductivo es alcanzado después de las 12 a. m. (Gudiño y De la Barrera, 2014).

Por esta característica, además de la forma y color de sus flores, se considera que esta especie es un ejemplo del fenómeno conocido como quiropterofilia, es decir, de la adaptación evolutiva para ser polinizada por murciélagos nectarívoros (Tremlett *et al.*, 2019). Una vez realizada la polinización se desarrollan los frutos, los cuales tardan en madurar entre dos y tres meses, siendo cosechados entre los meses de abril, mayo y junio (Arriaga-Ruiz *et al.*, 2015).

Una característica muy atractiva de sus frutos, es el amplio espectro de colores de su pulpa (solferino, rojo, rosa, amarillo, naranja y blanco). Estos colores se deben a su contenido de betalainas, lo cual también les confiere una importante capacidad antioxidante (Pimienta, 1999). En cuanto a su contenido nutricional, los frutos poseen un porcentaje de alrededor del 1.51 % de proteína (Quiroz-González *et al.*, 2018), un alto contenido de vitamina C, además de valores significativos de minerales como fósforo, potasio, calcio y magnesio, un importante



Figura 2. Flor de pitayo (izquierda), pitaya en formación (derecha) (foto: Benjamín Marín-Flores).

porcentaje de agua y fibra soluble y un porcentaje mayor al 12 % de azúcares (Pimienta, 1999) del cual alrededor del 4 % se trata de azúcares reductores (Quiroz-González *et al.*, 2018). Esto les confiere un significativo valor como fuente de agua, minerales, carbohidratos y proteínas a los pobladores y la fauna de las regiones productoras durante la temporada de estiaje (Arriaga-Ruiz *et al.*, 2015).

EL MANEJO DEL GERMOPLASMA Y LAS “VARIEDADES” DE MANERA TRADICIONAL

Como otras especies vegetales, el pitayo ha sido manejado mediante estrategias tradicionales transmitidas durante generaciones entre los habitantes de las regiones donde se desarrolla. Se trata de una de las plantas presentes en los sistemas tradicionales de cultivo, y se encuentra mayormente integrada a los huertos de traspatio (Puente Ovalle, 1998). Es necesario aclarar que se trata de una especie en vías de domesticación, es decir, que no necesita de la intervención humana para su reproducción y la conservación de sus características. El intercambio y conservación de “variedades”

Figura 3. Distintos colores de pitayas. Esta diversidad cromática es el resultado de la presencia de betalainas en los frutos (foto: Benjamín Marín-Flores).





Figura 4. Plantación de pitaya en el patio de una vivienda. Comunidad de la Barranca del aguacate, municipio de Sahuayo, Michoacán (foto: Benjamín Marín-Flores).

realizado por los pobladores de las diferentes comunidades productoras es una práctica que se podría rastrear hasta la época prehispánica.

Esto ha generado una importante diversidad de germoplasma dentro de los huertos, a tal grado que en ellos existe una diversidad genética mayor que en las poblaciones silvestres de la misma región (Rúan-Tejeda *et al.*, 2014). Esto le confiere una gran relevancia a la conservación y difusión de dicha práctica, pues asegurará la obtención de frutos dentro del cultivo, ya que no existen variedades autóгамas (Tremlett *et al.*, 2019).

ESTRATEGIAS DE CULTIVO TRADICIONALES

La difusión de los métodos de cultivo tradicional es primordial, ya que la cantidad de frutos obtenidos de la colecta en poblaciones silvestres es superior a los frutos obtenidos de áreas cultivadas (Arriaga-Ruiz *et al.*, 2015). Por lo tanto, el conocimiento de dichas prácticas es un factor que facilitaría la obtención de una mayor cantidad de frutos con características atractivas para su venta. La propagación de la planta se realiza de forma asexual, mediante esquejes de estaca cortados en el invierno; esto por ser la época seca del año y, por ende, la menos propicia

para la formación de hongos y pudriciones en los tallos segmentados (Bustamante-González, 2018).

De acuerdo con lo reportado por el señor José Magaña (comunicación personal), habitante de la comunidad de El Moral, en Sahuayo, Michoacán, el proceso de cultivo comienza con la selección de plantas de las que se obtendrán los esquejes. Dichas plantas se seleccionan bajo los criterios de tamaño del fruto, color de la pulpa y facilidad con la que se desprenden las espinas de la cáscara. Una vez seleccionado el ejemplar, se cortan esquejes de tamaño variable (50 cm a 100 cm, aproximadamente), buscando que los tallos de los que se obtienen hayan alcanzado la madurez sexual (es decir, que hayan formado flores y frutos).

Posteriormente, los esquejes se dejan cicatrizar durante un periodo de tiempo que puede variar entre una semana y un mes. Ya cicatrizado el corte del tallo, los esquejes se plantan en el suelo colocando a su alrededor piedras que funcionan como tutores y evitan que se desplomen. Algunos productores implementan el uso de enraizadores para incrementar la viabilidad de los esquejes (Sánchez-Cortés *et al.*, 2018). Si los esquejes presentan desarrollo radicular, en aproximadamente tres años se presentarán las primeras floraciones, y una vez alcanzado el pico de producción (alrededor de los 5 u 8 años), una plantación de pitaya

puede mantenerse por 30, y en algunas ocasiones, hasta por 100 años (Gudiño y De la Barrera 2014).

FERTILIZACIÓN Y RIEGO, UN PANORAMA CASI AUSENTE

¿Es necesaria la fertilización y riego para esta especie? A grandes rasgos, la respuesta a la pregunta podría ser un no, debido a que por sus adaptaciones evolutivas y con las condiciones adecuadas de temperatura y precipitación, además de un suelo con características idóneas, la planta se podría desarrollar de manera correcta. Sin embargo, no se puede demeritar el hecho de que pocas veces se cumplen dichas condiciones dentro del terreno de cultivo.

Los pitayos son plantas que se desarrollan lentamente si no obtienen del suelo niveles correctos de nitrógeno, hierro y manganeso (que les permiten una apropiada síntesis de clorofila), y de fósforo y potasio para la adecuada formación de flores y frutos (Pimienta, 1999). A pesar de ello, la fertilización es una práctica poco utilizada, sin importar que las plantaciones se suelen establecer en suelos poco fértiles como consecuencia de su rusticidad (Pliego Ortiz, 2009). Sin embargo, existe información sobre fertilización en otras especies del género. Un ejemplo de esta práctica es la implementada por los pueblos mixtecos, que fertilizan a *S. stellatus* y *S. pruinosus* mediante los remanentes de cenizas obtenidas del fogón de sus hogares y mediante el uso del excremento de animales de pastoreo (Rosas y Cruz, 2021).

CONCLUSIONES

La pitaya es un fruto de gran importancia para los habitantes y la fauna de sus regiones productoras debido a su cualidad de fructificar durante la época de estiaje. Además, debido a sus excelentes valores nutrimentales, es una fuente de alimento funcional. Por esto, y por su atractivo visual, puede tener un alto potencial de exportación y comercialización en otras latitudes. Este aspecto cobra especial relevancia en el contexto actual en que los alimentos con altas propiedades nutraceuticas son cada vez más apreciados. También es primordial la conservación de las técnicas de manejo tradicionales dentro de

las regiones donde se produce y se colecta este fruto, ya que estos saberes culturales han favorecido el intercambio genético y la preservación de “variedades” durante siglos. Además, sumando a estas prácticas el desarrollo e implementación de métodos de fertilización y riego adecuados, se favorecería de manera positiva la producción de este fruto, pues ampliaría el nivel de conocimiento sobre el cultivo del mismo.

Finalmente, el hecho de ser una planta tolerante a la radiación solar intensa, con la capacidad de adaptarse a ambientes cálido-secos, suelos pobres y con alta salinidad y a rangos de humedad y temperatura amplios, cobra particular importancia en las regiones donde los cultivos tradicionales no son viables, o donde los efectos del cambio climático (como el aumento de temperatura y la disminución de las lluvias) comienzan a afectar la producción de cultivos tradicionales. En estos lugares, el cultivo de la pitaya podría convertirse en una fuente de trabajo y sustento importante para sus habitantes.

REFERENCIAS

- Arriaga Ruiz Mc, Neri Luna C, Pimienta Barrios E y Sánchez Martínez J (2015). El fruto del pitayo silvestre (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum), una alternativa alimenticia, nutricional, y socioeconómica en época de estiaje. *Revista de ciencias naturales y agropecuarias* 2(3):362-367.
- Bravo Hollins H (1978). *Las Cactáceas de México* (Vol. 1). Ciudad de México: UNAM.
- Gudiño W and De la Barrera E. (2014). Reproductive phenology and tolerance to high temperatures in *Stenocereus queretaroensis*. *Polibotanica* 37:63-78.
- Jiménez Sierra CL (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista digital universitaria* 12(1):1-22.
- Patiño López V, Bravo Avilez D, Vargas Mendoza CF, Blancas J and Rendón Aguilar B (2021). Evolution under domestication of correlated characters in populations of *Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob., under different forms of management in central Mexico: genetic diversity, damage, and defense mechanisms. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01245-x>
- Pérez Loredo MG, Hernández De Jesús L y Barragán Huerta BE (2017). Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (*Stenocereus stellatus*) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos. *Agrociencia* 51(2):135-151.



© Germán Montalvo. Ciudad Nezahualcoyotl.

Pimienta Barrios E. (1999). *Productividad y ecofisiología del pitayo de queretaro (Stenocereus queretaroensis (Weber) Buxbaum)*. México: Universidad de Guadalajara.

Pimienta Barrios E, Robles Murgía C y Pimienta Barrios E (2002). Crecimiento primario en plantas silvestres de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum) y su relación con temperatura, lluvia y micorrizas. *Fitotec* 25(2):219-222.

Pliego Ortiz AD (2009). *Características generales de la pitaya (Stenocereus stellatus) en México*. México: Universidad Autónoma Agraria.

Puente Ovalle P (1998). *Caracterización del sistema de producción del pitayo silvestre (Stenocereus queretaroensis (Weber) Buxbaum) en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco*. México: Universidad de Guadalajara.

Quiroz González B, García Mateos R, Corrales García JJ and Colinas León MT (2018). Pitaya (*Stenocereus spp.*): an under-utilized fruit. *JPACD* 20:82-100.

Reyes Santiago J (1997). Cultivo y propagación como plantas de ornato. *Suculentas mexicanas Cactáceas* (pp. 83-99). México: CVS Publicaciones S. A. de C. V.

Rosas Benítez J y Cruz A (2020). Las estrategias campesinas de los productores de pitaya (*Stenocereus pruinosus*) de Santiago Chazumba. *Ra Ximhai* 16(4): 273-291.

Rúan Tejeda I, Santerre A, Huerta Martínez FM, Iñiguez Dávalos LI and Castro-Félix P (2014). Genetic diversity and relationships among wild and cultivated *Stenocereus queretaroensis* populations in western Mexico. *Biochemical Systematics and Ecology* 55:125-130.

Sánchez-Cortés H, Bustamante-Contreras B, Vargas-López N, Pérez-Ramírez N and Morales-Jiménez J (2018). El cultivo de la pitaya de agosto (*Stenocereus stellatus* Pfeiffer). *Agroproductividad* 11(10):189-193.

Solís Márquez O, Plascencia Escalante O, Romero Manzanares A, Cruz Rodríguez J A, Ángeles Pérez G, López Acosta JC and Yáñez Jiménez P (2018). Reproductive potential of *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae) of San José de Cosalima, Zacatecas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89:553-562.

Tremlett CJ, Moore M, Chapman MA, Zamora-Gutierrez V and Peh K (2019). Pollination by bats enhances both quality and yield of a major cash crop in Mexico. *Journal of Applied Ecology* 57:450-459.

G L O S A R I O

Antesis: Fase de expansión de la flor, en la cual ocurre la polinización.

Arborescente: Planta que por su forma o aspecto recuerda a un árbol.

Autógama: Planta con polinización directa o autopolinización, es decir que no requiere del polen de otras para formar frutos.

Caducifolia: Planta que pierde sus hojas cada año regularmente durante la estación seca.

Grados Brix ("Bx): Unidad de medida que representa el cociente total de sacarosa (azúcar) disuelta en un líquido.

Propiedades nutraceuticas: Propiedades de un alimento o parte de un alimento que proporciona beneficios médicos o para la salud

Xerófitas: Plantas adaptadas a la sequía y a las altas temperaturas.

Suculencia: Cualidad de ciertas plantas que poseen órganos adaptados para el almacenamiento de agua y nutrientes.

Benjamín Marín-Flores
Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional, (CIIDIR)
IPN, Unidad Michoacán
bmarinf2000@alumno.ipn.mx

La importancia de Tepexi de Rodríguez, Puebla, desde una perspectiva paleontológica

J. Alberto **Cruz**
Dulce María **Figueroa-Castro**
Carlos **Castañeda-Posadas**

El municipio de Tepexi de Rodríguez se encuentra en la región de la mixteca poblana, al sur del Estado de Puebla. La región es importante desde un aspecto cultural, arqueológico y paleontológico.

Culturalmente, la región cuenta con poblaciones indígenas de Náhuas, Popolocas, Mixtecos y Chochos, constituyendo el 11 % de los habitantes de este municipio (INEGI, 2009). Arqueológicamente, Tepexi de Rodríguez es una zona importante porque en la entrada al municipio se encuentra la fortaleza Postclásica de Tepexi el Viejo. El municipio se considera el sitio de origen de la cerámica anaranjado delgado, muy valiosa para la cultura Teotihuacana (Plunket y Uruñuela, 2005). Además, en el sitio conocido como “Manos de Bruja”, ubicado en las laderas del río Aamilpa, se encuentran pinturas rupestres en las que se representa la adoración a los dioses de los pueblos antiguos de la región.

Desde un punto de vista paleontológico, Tepexi de Rodríguez es considerado como la puerta de entrada a la región paleontológica de la Mixteca poblana. Esta región cuenta con notables localidades fosilíferas de distintas edades geológicas, en las que se ha encontrado

una gran variedad de fósiles que ayudan a entender la evolución de distintos grupos de organismos (Castañeda-Posadas, 2015; Herrera-Flores, 2017).

Las primeras noticias sobre la presencia de fósiles en el municipio de Tepexi datan de 1977, cuando el médico Alfonso López Verdi reportó la presencia de molares de proboscídeos y otros huesos de animales antiguos en el periódico El Sol de Puebla. Sin embargo, la noticia no tuvo el impacto esperado y pasó desapercibida. Las primeras prospecciones paleontológicas realizadas en la zona tuvieron lugar en los años 80, y fueron lideradas por investigadores del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Estas prospecciones se llevaron a cabo principalmente en la cantera Tlayúa, propiedad de la familia Aranguthy (Alvarado-Ortega, 2019).

Como resultado de la colaboración entre la institución y la comunidad local, en 1989 se construye el Museo Paleontológico de sitio Pie de Vaca, cuyo objetivo central era el resaltar la importancia de la región. Posteriormente, tras una remodelación y adecuación de espacios dirigidos a actividades de divulgación del conocimiento paleontológico de la región, en 2006 el museo adquiere la denominación de Museo Regional Mixteco Tlayúa.

TEPEXI A TRAVÉS DEL TIEMPO GEOLÓGICO

En el municipio de Tepexi de Rodríguez se encuentra una diversidad de afloramientos rocosos de diferentes edades, que van del Paleozoico al reciente. En ellos es posible distinguir fósiles representativos de distintos grupos de organismos y ambientes del pasado (Castañeda-Posadas 2015; Alvarado-Ortega, 2019). Por ejemplo, las rocas más antiguas, pertenecientes al Complejo Acatlán, datan del Ordovícico-Silúrico (de 485 a 419 millones de años), que corresponden a ambientes de antiguos mares. Entre estos sitios resaltan cuatro con temporalidades geológicas diferentes. A través del estudio del registro fósil de estos sitios es posible representar la historia geológica y resaltar la importancia

paleontológica de la región (Castañeda-Posadas, 2015; Herrera Flores, 2017).

La Cantera Tlayúa, con una edad del Cretácico tardío (105 millones de años [Ma]) es la localidad con los fósiles más antiguos en el pasado geológico de la zona. Paleontológicamente, la Cantera Tlayúa es ampliamente conocida por ser un sitio Lagerstätte, por la preservación excepcional de algas, equinodermos, peces, lagartijas, tortugas, cocodrilos y reptiles voladores (para una revisión, ver Applegate *et al.*, 2006). Los registros fósiles de esta localidad sugieren que hace 105 Ma Tepexi de Rodríguez era una isla rodeada de arrecifes de coral (Applegate *et al.*, 2006).

La segunda ventana al tiempo geológico se encuentra en el sitio de Los Ahuehuetes, cercano a Tepexi de Rodríguez. Este sitio de edad oligocénica (33.9-23.03 millones de años) cuenta con un excelente registro de hojas, flores y frutos preservados en compresión carbonosa, así como registro entomológico. Los registros fósiles sugieren la existencia de un ambiente lacustre de baja energía, una vegetación de matorral xerófito y una temperatura media anual de 10-18 °C (Castañeda-Posadas, 2015).

El tercer sitio se encuentra en la localidad de Pie de Vaca, donde se ha localizado un buen historial de icnósiles. De particular interés es el registro del tafoglifo de un flamenco, que sugiere la existencia de un lago y una vegetación de matorral xerófito. Los datos de huellas fósiles sugieren que esta localidad es de edad pleistocénica (Bravo-Cuevas *et al.*, 2018), mientras que los registros de polen indican una edad Eoceno-Oligoceno (Bernaldi-Campesi *et al.*, 2006). Sin embargo, análisis moleculares indican que los flamencos con pico modificado, como el fósil de flamenco encontrado en la localidad, corresponden al Plioceno (hace 4.37 millones de años).

Finalmente, la ventana al tiempo geológico más reciente de la región de Tepexi es el sitio denominado “Barranca el Abuelo” o “Valle del Mamut”, en donde se encuentran evidencias de megafauna pleistocénica. Los registros de mamuts (*Mammuthus*), caballos (*Equus*), gonfoterios (*Cuvieronius tropicus*), perezosos gigantes (*Paramylodon harlani*),



© Germán Montalvo. *Montaña y resbaladilla.*

gliptodontes (*Glyptotherium*), camellos (*Paleolama*) y bisontes (*Bison*) en las localidades Rancho Gerardo y Colina del Gliptodonte (ubicadas dentro del Valle del Mamut), sugieren la presencia de depósitos aluviales. El registro fósil indica que la región de el Valle del Mamut se desarrolló sobre un bosque de coníferas con condiciones húmedas y frías, inicialmente durante el Pleistoceno tardío, pero que posteriormente fue cambiando hacia condiciones más secas y calurosas, similares a las registradas en la actualidad (Montellano-Ballesteros, 2019).

En resumen, las evidencias estratigráficas y paleontológicas encontradas ponen de manifiesto la gran importancia de la región de Tepexi. Uno de los registros más destacados es el de la presencia de registros fósiles que datan de hace 105 Ma, lo que corresponde a cuatro periodos geológicos. Por lo tanto, la relativamente pequeña región de Tepexi de Rodríguez constituye un reservorio de evidencias fósiles y paleoambientales que permiten la reconstrucción de la historia evolutiva de diferentes grupos de organismos, así como de los cambios ambientales experimentados en la localidad a través del tiempo.

MUSEO REGIONAL MIXTECO TLAYÚA

La diversidad de cambios temporales, geográficos y ecológicos que se pueden observar a través del registro fósil colectado dentro de los 5 km² que abarca Tepexi de Rodríguez, son una clara evidencia de su importancia paleontológica. El desarrollo de investigaciones científicas en conjunto con el apoyo de la familia Aranguthy favorecieron la construcción del museo de sitio Pie de Vaca (Instituto de Geología-Universidad Nacional Autónoma de México; geologia.unam.mx/contenido/museo-regional-mixteco-tlayua) en la década de 1980. Posteriormente, el museo fue modificado y adecuado con espacios óptimos para exposiciones, por lo que en 2006 adquiere la denominación de Museo Regional Mixteco Tlayúa (MRMT).

Desde su creación, el museo ha sido un importante centro de actividades paleontológicas en el país, incluyendo las de investigación y divulgación científica. Al comienzo de sus funciones, el museo

tenía como único propósito exhibir fósiles, la mayoría de los cuales procedían de la Cantera Tlayúa; aunque también se exhibieron fragmentos de restos fosilizados, huellas de hojas y megafauna recuperados de localidades cercanas a Tepexi de Rodríguez. Sin embargo, el museo también ha sido sede de las reuniones anuales de la Sociedad de Paleontología de Vertebrados, en 1982 y 2000, así como la Reunión Latinoamericana de Paleontología en 1984, la Reunión Internacional de Peces Mesozoicos en 2010 y la Comisión Internacional de Historia de las Ciencias Geológicas en 2018. Hasta antes de 2010 se recibían alrededor de 6,000 visitantes al mes. Finalmente, es importante mencionar que, en 1991, el museo acogió la visita de funcionarios de la National Geographic Society, quienes reconocieron la importancia de la Cantera Tlayúa, y le dieron la denominación de “Konservat Lagertätten”, por el excepcional estado de conservación de los fósiles; similar al que se encuentra en el yacimiento paleontológico de Solhofen en Alemania. Además, dichos visitantes también aportaron fondos para el desarrollo del Proyecto Paleontológico de Tepexi de Rodríguez.

ACCIONES PARA IMPULSAR

EL MUSEO REGIONAL MIXTECO TLAYÚA

La importancia del museo como centro de investigación y divulgación paleontológica, junto con la alta riqueza de fósiles encontrados en la región de Tepexi podría tener un impacto en el desarrollo cultural, educativo y económico de la Mixteca poblana. El reconocimiento de su importancia ha llevado a la generación de un convenio de colaboración entre la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP). El propósito es fortalecer las actividades realizadas en el museo, no solo en relación con la preservación de los registros paleontológicos de la región, sino también como centro de investigación biológica y etnológica. Además, dicho convenio tiene

como propósito a largo plazo la creación de un centro de investigación: la Estación Geobiológica de la Mixteca Poblana, en donde se desarrollen proyectos de investigación dirigidos al estudio de la biodiversidad actual y fósil de la región.

Por último, en cuanto a la protección de los sitios paleontológicos (Cantera Tlayúa, Los Ahuehuetes, Pie de Vaca y el Valle del Mamut), actualmente solo el sitio Pie de Vaca está registrado ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), a través del Sr. Felix Aranguthy Contreras, en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas (número 43396). Por ello, se proyecta llevar a cabo la inscripción de los tres sitios paleontológicos restantes ante el INAH.

SITUACIÓN SOCIAL EN TEPEXI

El Municipio de Tepexi de Rodríguez alberga una población de 22,331 habitantes (2020), 52.07 personas/km². En la región existe un nivel de marginación alto, de tal manera que alrededor del 73 % de la población vive en la pobreza (SEDESOL, 2013). Las principales actividades económicas incluyen prácticas ganaderas, explotación forestal, pesca y caza (SEDESOL, 2013). Además, la agricultura es también una de las principales actividades económicas de la región, a pesar de que el 71 % de la tierra del Municipio no es apropiada para ello (INEGI, 2009).

La minería constituye una actividad prevalente entre la población local desde la década de 1970. Diversos recursos mineros se explotan en toda la región; sin embargo, actualmente la mayor parte está enfocada en la explotación de travertino, que cuenta con 16 bancos activos en toda la región. Otros materiales obtenidos son la grava y la arena, de la que se conocen dos bancos activos; así como la piedra caliza, que cuenta con tres sitios inactivos, además de la Cantera Tlayúa. Las actividades mineras tienen consecuencias negativas, tanto para la preservación del registro paleontológico como para el ambiente. Es muy probable que de los bancos de piedra caliza inactivos se realice la extracción y venta ilegal de fósiles. Además, las actividades mineras causan una contaminación hídrica y

atmosférica, abatimiento de los mantos freáticos, destrucción del hábitat, así como extracción ilegal de flora, fauna y restos arqueológicos. Sin duda, la falta de conciencia ambiental de los propietarios de las canteras y la pobreza prevaeciente en un alto porcentaje de la población representan una amenaza para el registro paleontológico y el ambiente, así como un reto para asegurar su preservación.

ACCIONES SOCIALES DEL MUSEO REGIONAL MIXTECO TLAYÚA

La divulgación del patrimonio paleontológico y su conservación a través del museo es una actividad fundamental para que la población comprenda la importancia de los fósiles y los reconozca como un componente más de la biodiversidad nacional, así como la necesidad de conservarlos. Aunque por cuatro generaciones la familia Aranguthy ha jugado un papel muy importante en la conservación y divulgación del patrimonio paleontológico de la Cantera Tlayúa y del sitio Pie de Vaca, su esfuerzo ha sido insuficiente.

A partir de la firma del convenio entre la BUAP-UNAM-CONCYTEP, se han implementado varias acciones, integrando becarios en las labores de divulgación y concientización paleontológica que se llevan a cabo tanto en la región como en el estado de Puebla. Así mismo, se han realizado talleres dirigidos a la población infantil y juvenil de la región. Para ello, se cuenta con el Paleobus, un medio de transporte adecuado para llevar a cabo actividades de divulgación. Una parte esencial de estas actividades es resaltar la importancia del cuidado y conservación de los fósiles, así como dar a conocer el papel que realiza el museo como escenario local de conservación y difusión de los fósiles.

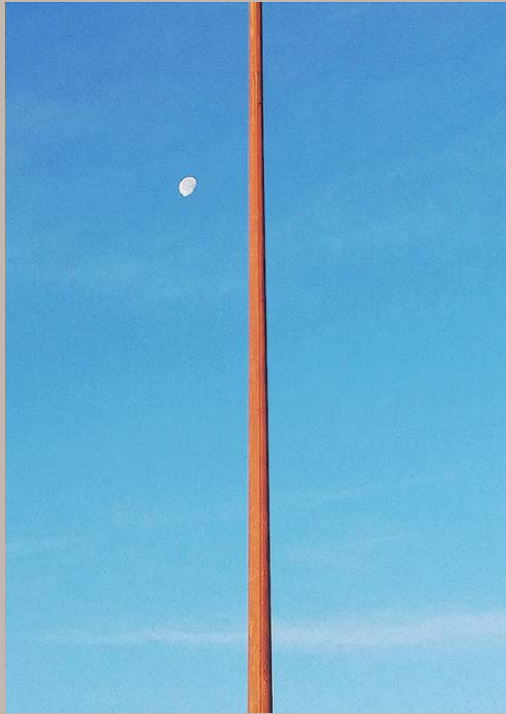
Finalmente, una acción imprescindible es llevar a cabo la actualización del estado que guardan las zonas paleontológicas. Este registro tiene como objetivo asegurar la conservación del material paleontológico y promover la divulgación de la paleontología a nivel nacional, el cuidado y preservación del registro fósil del país de una manera organizada y legalizada. Se pretende que el Museo Regional Mixteco Tlayúa

no solo sea un museo de sitio, sino que se convierta en un recinto de difusión de la ciencia y la cultura.

B I B L I O G R A F Í A

- Alvarado-Ortega J (2019). Tlayúa: Un proyecto paleontológico emblemático de Puebla. *Spinor* 37:14-17.
- Applegate SP, Espinosa-Arrubarrena L, Alvarado-Ortega J and Benammi M (2006). Revision of Recent Investigations in the Tlayúa Quarry. In: Vega FJ et al. (eds), *Studies on Mexican Paleontology. Topics in Geobiology*, vol 24. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3985-9_13.
- Beraldi-Campesi H, Cevallos Ferriz SRS, Centeno García E, Arenas Abad C and Fernandez L (2006). Sedimentology and paleoecology of an Eocene-Oligocene alluvial-lacustrine arid system, Southern Mexico. *Sedimentary Geology* 191(3-4):227-254. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.03.018>.
- Bravo-Cuevas VM, Jiménez-Hidalgo E, Cabral-Perdomo MA y Contreras-López M (2018). The first mexican record of peccary footprints (*Artiodactyla*, *Tayassuidae*) from the late Cenozoic of Puebla: ichnotaxonomy and palaeobiological considerations. *Journal Historical Biology an International Journal of Paleobiology*. doi: 10.1080/08912963.2018.1424844.
- Castañeda-Posadas C (2015). El registro paleobiológico del Estado de Puebla. México: Dirección de Fomento Editorial, BUAP.
- Herrera-Flores JA (2017). Investigación paleontológica en Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Ciencia* 68(2):68-75.
- INEGI (2009). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tepexi de Rodríguez, Puebla* (Clave Geoestadística 21169). http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/31/31038.pdf.
- Montellano-Ballesteros M. (2019) Tepexi de Rodríguez más de 10,000 años, *Spinor* 37:21-23.
- Plunket P y Uruñuela G (2005). Recent research in Puebla prehistory. In *Journal of Archaeological Research* 13(2). <https://doi.org/10.1007/s10804-005-2485-5>.
- SEDESOL (2013). *Municipios: Nacional: Tepexi de Rodríguez*. <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=21&mun=169>.

J. Alberto Cruz
Instituto Nacional de Antropología e Historia
Dulce María Figueroa-Castro
Laboratorio de Interacciones Ecológicas
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Carlos Castañeda-Posadas
Laboratorio de Paleobiología
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
carlos.castaneda@correo.buap.mx



© Germán Montalvo.
Celeste incita al juego, la Tierra es ocular.

Cuadernos de *Elementos* número 12 Xelhua el *naualli* nonoalca no fue el fundador de Cholollan

Anamaría **Ashwell Mallorquín**



Alfredo Toxqui fue un político empeñado en reivindicar a su ciudad natal, la milenaria Cholollan opacada por la ciudad virreinal Puebla, con argumentos históricos sobre su doble ascendencia, la de conquistadores y la relacionada con la antigüedad mesoamericana, restituyéndole reconocimiento y valoración dentro del credo dominante que desde la Independencia identificaba a México como una nación mestiza. Este discurso se insertó en una larga y antigua corriente del pensamiento liberal que inspiraba el patriotismo de una mexicanidad que se apropió de historias sobre una Mesoamérica idealizada.

En su afán de actualizar el pasado mesoamericano en el imaginario colectivo de sus conciudadanos, Toxqui recurrió a argumentos que interpretaban una identidad colectiva desvinculada de la tradición que históricamente relegó a los pueblos originarios a un peldaño social inferior.

En este cuaderno de *Elementos*, Anamaría Ashwell analiza cómo esa “historia nuestra” de Toxqui se instaló como una narrativa que tuvo el efecto de un enajenamiento total de una Cholula mesoamericana verosímil y, a decir de la autora, más bien promovió una Cholula indígena, sí, pero con indígenas imaginarios.

Lee Cuadernos de *Elementos* No. 12 en:

<https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000007487.pdf>



© Germán Montalvo. *El carro de Jean Claude y Christo.*

La Ecología Urbana en México: historia y perspectivas

Israel **Solano-Zavaleta**
J. Jaime **Zúñiga-Vega**

La Ecología Urbana es una disciplina cuyo objeto de estudio son las interacciones entre el ambiente y los habitantes de una zona urbana. Es relativamente reciente y puede generar información útil para la planeación y el desarrollo urbano, así como para la conservación de las especies de flora y fauna que viven en las ciudades. Se definen como zonas urbanas a aquellas áreas provistas de servicios básicos (electricidad, agua corriente, drenaje) donde viven o trabajan más de 1,000 personas por cada km², y más del 50 % del área está cubierta por construcciones de cemento y/o superficies pavimentadas (edificios, calles, caminos).

La pérdida de la biodiversidad es una de las consecuencias de la transformación de los ambientes naturales a ambientes urbanos. En lo que respecta a la fauna, las ciudades por lo general se caracterizan por la presencia de pocas especies que son muy abundantes (un fenómeno que los ecólogos llaman homogenización de las comunidades). En lo que respecta a la flora, muchas ciudades tienen un patrón opuesto. Es decir, hay una gran cantidad de especies de árboles y arbustos, aunque la mayoría son especies exóticas (que no son nativas de la región), lo cual se debe en gran medida a que las personas, a lo largo de los años, han adoptado muchas especies ornamentales por sus valores estéticos sin tomar en cuenta su lugar de origen.

En México casi el 80 % de su población se concentra en las ciudades. Por lo tanto, las ciudades representan ecosistemas complejos, de creación relativamente reciente, que se encuentran en constante cambio. En países desarrollados se han realizado numerosas investigaciones sobre las interacciones entre la flora y fauna que habita en las ciudades y los humanos y el paisaje (compuesto de parques urbanos, edificios, avenidas y calles). En México la Ecología Urbana es una disciplina que apenas inicia y, a pesar de la inevitable presencia de especies exóticas e invasoras, los ecosistemas urbanos de México albergan también a numerosas especies nativas de flora y fauna que necesitan de nuestra atención para ser protegidas.

LAS AVES Y EL INICIO DE LA ECOLOGÍA URBANA EN MÉXICO

El grupo de animales con más estudios de Ecología Urbana en México y en el mundo son las aves. Esto se debe a que son un grupo muy diverso, son conspicuas y fáciles de detectar y pueden llegar volando a las áreas verdes presentes en las zonas urbanas. Los primeros trabajos se enfocaron en hacer listas de las aves que se encontraban en las ciudades. Investigaciones posteriores permitieron identificar que en áreas verdes urbanas de mayor tamaño, con mayor cobertura foliar principalmente relacionada a árboles grandes, con mayor riqueza de especies de árboles, arbustos y hierbas, y con un menor grado de actividad humana (menos peatones, menos coches y menos ruido), hay más variedad de especies de aves y su abundancia es mayor. Además, hay un contraste fuerte entre las áreas construidas y los parques. En las áreas con poca cobertura vegetal y donde predominan edificios, casas y avenidas, abundan pocas especies de aves predominantemente granívoras y omnívoras, tanto nativas –como el zanate (*Quiscalus mexicanus*) y la coquita (*Columbina inca*)– como exóticas –como el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y la paloma común (*Columba livia*)–. Estas especies son capaces de explotar las fuentes de alimento que

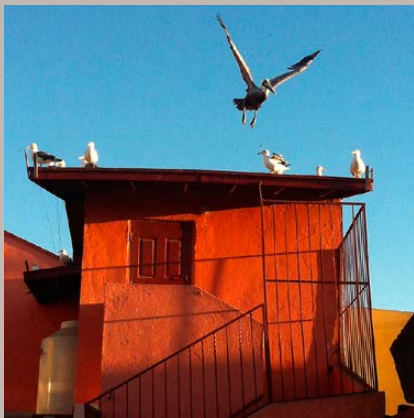
les ofrecen los humanos y han perdido, en un alto grado, el miedo a su cercanía. Sin embargo, la mayoría de las áreas verdes dentro de zonas urbanas pueden albergar hasta el doble de especies y son de vital importancia para la conservación de aves nativas y migratorias.

Otra afectación causada por la urbanización es la muerte de aves por colisión con ventanas y, con estimaciones de hasta 100 millones de muertes por año en Canadá y Estados Unidos, es considerada como la segunda causa de mortalidad de aves relacionada con actividades humanas. Las aves chocan con las ventanas porque no detectan el vidrio como un obstáculo y se confunden con el reflejo de la vegetación y el cielo. Es una problemática poco estudiada que afecta tanto a aves residentes como migratorias. En México solo se han hecho cuatro estudios en Ciudad Victoria (Tamaulipas), León (Guanajuato), Puerto Vallarta (Jalisco) y Xalapa (Veracruz), los cuales sugieren que hay especies o grupos con mayor propensión a sufrir colisiones, como por ejemplo el cernícalo americano (*Falco sparverius*), los colibríes (familia Trochilidae) y los chipes (Familia Parulidae) (Gómez-Moreno *et al.*, 2018; Gómez-Martínez *et al.*, 2019; Uribe-Morfin *et al.*, 2020).

Las ciudades son espacios sumamente ruidosos. La contaminación sonora también puede impactar a la biodiversidad y las aves han sido un excelente modelo para estudiar los efectos del ruido



© Germán Montalvo. Siena muestra su voltaje.



© Germán Montalvo. Danza geométrica.

urbano. Por ejemplo, se encontró que los machos del gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*) al ser expuestos a diferentes frecuencias de ruido urbano, son capaces de modificar la frecuencia y duración de sus cantos para hacerse escuchar por otros individuos de su misma especie (Bermúdez-Cuamatzin *et al.*, 2011).

La urbanización también puede tener un efecto severo en la reproducción de las aves. Se ha encontrado que en zonas urbanas el número de huevos por nido de la coquita (*Columbina inca*), el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y el cuicacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) se encuentran dentro del límite inferior de los rangos reportados en la literatura para estas especies, lo cual podría deberse a la competencia intensa por la obtención de alimento en zonas donde hay densidades altas de aves. Además, la depredación de los nidos es mayor en hábitats urbanos y, aunque puede deberse primordialmente a animales domésticos como perros y gatos, algunas aves como el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) y el tordo ojos rojos (*Molothrus aeneus*) pueden depredar o destruir los nidos de otras especies (Zuria y Rendón-Hernández 2010).

En México también se ha evaluado si la fauna introducida afecta negativamente a las especies nativas. Un caso particular es el gorrión doméstico (*Passer domesticus*), que es una especie que, a

pesar de ser originaria de Eurasia y norte de África, ya se encuentra presente en numerosas ciudades alrededor del mundo. Datos provenientes de Morelia, Ciudad de México y cuatro zonas urbanas del centro de Veracruz indican que cuando esta ave está en altas densidades poblacionales la diversidad de otras especies de aves disminuye notablemente. Es interesante notar que a pesar de ser una especie que se adapta perfectamente al ambiente urbano, se ha encontrado que el gorrión doméstico también sufre de estrés en las ciudades y su sistema inmune parece verse comprometido por altos niveles de ruido, tráfico y la continua actividad humana de zonas industriales (Chávez-Zichinelli *et al.*, 2010). Esto último implica que los procesos fisiológicos de las aves, y de otros animales que habitan en las ciudades, sufren de alteraciones que apenas estamos comenzando a estudiar y a comprender.

Las aves que habitan en las ciudades y las relaciones que han establecido con los humanos parecen tener efectos indirectos sobre otras especies. Por ejemplo, con el afán de aumentar el número de colibríes que visitan los jardines o parques, las personas han implementado el uso de alimentadores para colibríes. Sin embargo, un estudio en un parque de la periferia de la Ciudad de México encontró que el uso de estos alimentadores aumentaba la presencia y actividad de los colibríes, pero a cambio reducía el número de visitas a las flores de plantas cercanas porque los colibríes prefieren visitar a los alimentadores (Arizmendi *et al.*, 2008). La disminución de visitas de estos polinizadores puede reducir el número de semillas que producen algunas de las plantas nativas. En particular, las flores de la salvia mexicana escarlata (*Salvia fulgens*) son polinizadas casi exclusivamente por colibríes porque sus flores son muy largas, lo cual hace más difícil que otro tipo de polinizadores puedan visitarlas y, por lo tanto, tuvieron una reducción en su producción de semillas.

Finalmente, hay otro tema relevante que apenas se ha explorado en las aves. Nos referimos a los efectos que tiene la basura de las ciudades sobre

la fauna. Ahora sabemos que las especies que han logrado persistir en ambientes urbanos pueden hacer uso de algunos desechos generados por el hombre. En particular, hay especies de aves que usan pedazos de tela y plástico para construir sus nidos en las ciudades. Una serie de estudios con el gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*) en la Ciudad de México demostraron que ambas especies utilizan las colillas de cigarros como material para construir sus nidos. Sorprendentemente, los pollos de nidos con abundantes colillas tienen menos ectoparásitos (ácaros) en comparación con aquellos que se encuentran en nidos con pocas o ninguna colilla. Aparentemente, las numerosas sustancias que pueden encontrarse en las colillas de cigarro les están funcionando como repelentes de ácaros. Sin embargo, este beneficio puede acarrear costos porque los padres de estos pollos que son criados en nidos con muchas colillas sufren daños en el ADN de sus glóbulos rojos debido a la toxicidad de las colillas (Suárez-Rodríguez y Macías García, 2014). Estos estudios demuestran que la interacción entre la fauna y la basura en las ciudades es un tema muy interesante que merece seguir explorándose.

EL ESTUDIO DE LOS MAMÍFEROS, ANFIBIOS E INSECTOS EN ÁREAS URBANAS DE MÉXICO

Además del énfasis que se le ha puesto a la ecología de las aves en las ciudades mexicanas, otros grupos animales también han sido objetos de estudio. La ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) se distribuye de manera natural en los bosques de México y Guatemala, pero también es abundante en varias ciudades del país y, por lo tanto, es un excelente modelo para comprender cómo estos mamíferos arborícolas afectan a las plantas y animales con los que coexisten en las ciudades y cómo el entorno urbano modifica su salud y conducta. Así, se encontró que la densidad poblacional de la ardilla gris, en un parque al sur de la Ciudad de México, es considerablemente alta y que estos mamíferos



producen el 20 % de los daños en los árboles de la zona. Si las densidades de la ardilla gris siguen aumentando debido a que la gente las alimenta, entonces el daño a los árboles podría aumentar y llegar a ser irreversible (Mora-Ascencio *et al.*, 2010).

Muchas ciudades cuentan con cuerpos de agua que pueden ser el hábitat de diversas especies de fauna. Desafortunadamente, la contaminación del agua en áreas urbanas tiene niveles alarmantes e impactos drásticos sobre la fauna que depende del agua. Un caso notable es el del ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) que es endémico de la Cuenca de México y que está en riesgo crítico de extinción. Los remanentes del Lago de Xochimilco son lo único que queda de su hábitat original y actualmente se encuentran muy contaminados y repletos de dos especies exóticas e invasoras de peces: carpas (*Cyprinus carpio*) y tilapias (*Oreochromis niloticus*). Estas dos especies depredan los huevos y larvas del ajolote y compiten con él por espacio y alimento. Los últimos censos han registrado una disminución drástica del ajolote en vida libre, de 6,000 individuos por km² en 1998 a 35 individuos por km² en 2015, lo cual refleja un panorama desolador para este anfibio que fue venerado por nuestras culturas prehispánicas (Voss *et al.*, 2015).

También se ha encontrado que algunas especies de ranas pueden hallarse en zonas de la periferia urbana donde aún existen las condiciones

mínimas para cubrir sus necesidades básicas (formación de charcos para su reproducción, refugio y alimento) pero, debido a que su ciclo de vida las hace muy sensibles a la contaminación del agua, su capacidad de dispersión hacia el centro de las ciudades es prácticamente imposible si los ríos o acueductos están contaminados por desechos humanos. Tal es el caso en la ciudad de Morelia, donde se ha encontrado en 2013 tan solo a cuatro de las 11 especies con registros históricos para dicha ciudad (MacGregor-Fors *et al.*, 2013).

Los invertebrados han tenido menos atención desde el punto de vista de la Ecología Urbana en México. Sin embargo, hay numerosas especies de insectos que habitan nuestras ciudades, muchas de ellas endémicas y fundamentales para las cadenas tróficas y ciclos de nutrientes (como las de abejas y mariposas). Otras de ellas, son especies introducidas o dañinas a las que debemos estudiar para poder controlarlas y evitar los posibles daños a las especies nativas de flora y fauna. Los

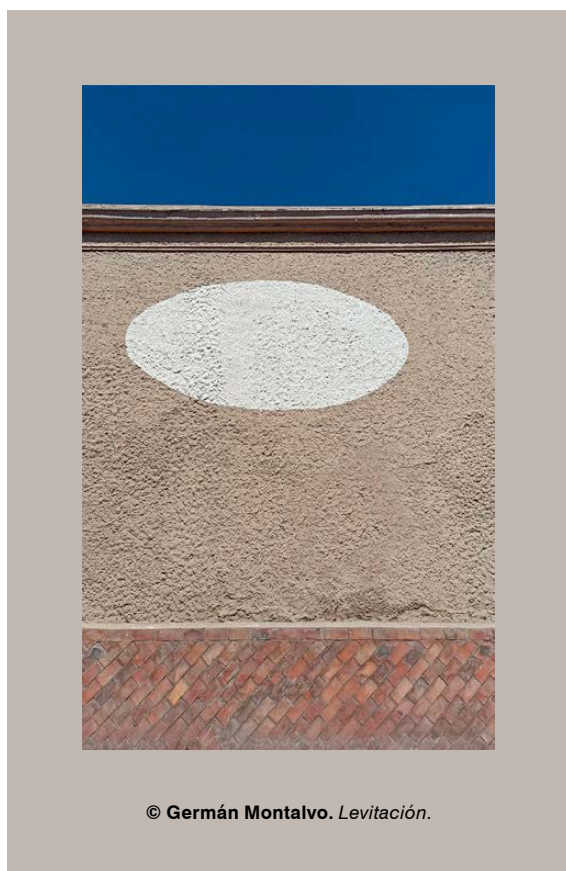
mosquitos, por ejemplo, pueden llegar a ser más abundantes en bosques urbanos en comparación con bosques conservados y, como sabemos, pueden ser transmisores de enfermedades como la malaria, dengue y chikungunya.

Las mariposas que viven en ciudades mexicanas son un claro ejemplo de insectos nativos que debemos conocer y conservar. Se cuenta con pocos listados de mariposas en zonas urbanas y se ha logrado determinar que su mayor abundancia se encuentra en la periferia de la ciudad y en zonas ricas en vegetación. Algunas especies, como la mariposa sedosa de las Cícadas (*Eumaeus childrenae*), que por lo general evitan las áreas urbanas, pueden sin embargo reproducirse en las ciudades debido a la abundancia de plantas de las cuales se alimenta su oruga. Interesantemente, ahora sabemos que la depredación de orugas es menor en lugares con abundantes construcciones de cemento, probablemente debido a que muchos de sus depredadores evitan áreas con poca cobertura vegetal (Pena *et al.*, 2021).

Una conclusión general, a la que hemos llegado a partir de los estudios de Ecología Urbana que se han desarrollado en México, es que la riqueza de diferentes grupos taxonómicos de animales (anfibios, aves, murciélagos, insectos) es mayor en áreas verdes grandes y en la periferia de las zonas urbanas. Esto tiene una clara implicación: debemos fomentar en nuestras ciudades el desarrollo de parques urbanos con densa cobertura vegetal y cercanos los unos de los otros, de tal manera que dentro de las ciudades exista siempre una matriz de áreas verdes entre las que los animales puedan desplazarse y prosperar.

PERSPECTIVAS DE LA ECOLOGÍA URBANA EN MÉXICO

En esta disciplina de investigación, México está en una fase inicial. Hay algunos temas muy relevantes que deben explorarse. Además, la mayoría de los estudios se han concentrado en la Ciudad de México, Morelia, Pachuca y Xalapa. Desconocemos





© Germán Montalvo. La carpa de Frank Stella.

la biodiversidad y procesos ecológicos de las ciudades que están en otros tipos de clima o altitud, por ejemplo, ciudades ubicadas cerca de la costa o en regiones más tropicales o desérticas, como Villahermosa o Chihuahua.

Entre los temas que requieren nuevas investigaciones podemos destacar los siguientes. En primer lugar, desconocemos en gran medida si las interacciones ecológicas, tales como la depredación, la competencia, el parasitismo o el mutualismo se intensifican o, por el contrario, se hacen más débiles en los ecosistemas urbanos en comparación con ecosistemas menos perturbados. Particularmente, es necesario saber si las especies exóticas que abundan en las ciudades mexicanas compiten, depredan o transmiten parásitos a las especies nativas que aún persisten en estos ecosistemas. Un caso inquietante es el del perico monje (*Myiopsitta*

monachus) que se ha introducido recientemente en áreas urbanas de casi todo del país y que, al menos en la Ciudad de México, está experimentando un acelerado crecimiento poblacional. Desconocemos los efectos negativos que esta especie pueda tener sobre otras especies de aves nativas o incluso sobre la vegetación de los parques urbanos.

En segundo lugar, debemos estudiar las enfermedades que afectan a la flora y la fauna en nuestras ciudades. Hay estudios en otras partes del mundo que demuestran que el estado de salud de algunas plantas y animales puede verse mermado en las áreas urbanas.

En tercer lugar, desconocemos casi por completo las características demográficas de las poblaciones que habitan nuestras ciudades. Específicamente, es importante calcular el tamaño de sus poblaciones, así como sus tasas de supervivencia y natalidad.

Finalmente, las poblaciones nativas de flora y fauna pueden experimentar reducciones en su

variabilidad genética debido a que muchas de estas poblaciones se encuentran restringidas a las áreas verdes urbanas y, por lo tanto, están aisladas de otras poblaciones de su misma especie. Recordemos que la baja variabilidad genética es una de las causas que pueden llevar a una población a su extinción. El crecimiento acelerado de las ciudades de México hace evidente la necesidad de estudiar la vida que persiste y prospera en ellas. Muchas plantas y animales tienen sus refugios y se reproducen en sus áreas verdes. Así que la conservación integral de nuestra biodiversidad debe incluir programas de investigación ecológica dentro de nuestros dinámicos y numerosos ecosistemas urbanos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (proyecto PAPIIT IN201521), DGAPA-UNAM.

REFERENCIAS

Arizmendi MC, López-Saut E, Monterrubio-Solís C, Juárez L, Flores-Moreno I y Rodríguez-Flores C (2008). Efecto de la presencia

de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la Ciudad de México. *Ornitología Neotropical* 19:491-500.

Bermúdez-Cuamatzin E, Ríos-Chelén AA, Gil D and Macías García C (2011). Experimental evidence for real-time song frequency shift in response to urban noise in a passerine bird. *Biology Letters* 7:36-38.

Chávez-Zichinelli CA, MacGregor-Fors I, Rohana PT, Valdéz R, Romano MC and Schondube JE (2010). Stress responses of the House sparrow (*Passer domesticus*) to different urban land uses. *Landscape and Urban Planning* 98:183-189.

Gómez-Martínez MA, Klem D, Rojas-Soto O, González-García F and MacGregor-Fors I (2019). Window strikes: bird collisions in a Neotropical green city. *Urban Ecosystems* 22:699-708.

Gómez-Moreno VDC, Herrera-Herrera JR y Niño-Maldonado S (2018). Colisión de aves en ventanas del Centro Universitario Victoria, Tamaulipas, México. *Huitzil* 19:227-236.

MacGregor-Fors I, Hernández Ordoñez O and Ortega-Álvarez R (2013). Urban croaking: diversity and distribution of anurans in a neotropical city. *Urban Ecosystems* 16:389-396.

Mora-Ascencio P, Mendoza-Durán Á y Chávez C (2010). Densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*: implicaciones para la conservación de los viveros de Coyoacán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 14:7-22.

Pena JC, Aoki-Gonçalves F, Dáttilo W, Ribeiro MC and MacGregor-Fors I (2021). Caterpillars' natural enemies and attack probability in an urbanization intensity gradient across a neotropical streetscape. *Ecological Indicators* 128:107851.

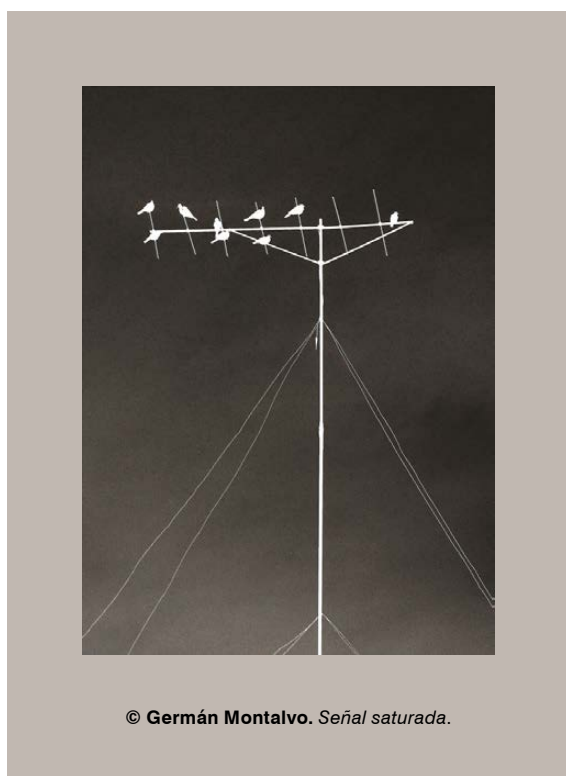
Suárez-Rodríguez M and Macías García C (2014). There is no such a thing as a free cigarette; lining nests with discarded butts brings short-term benefits, but causes toxic damage. *Journal of Evolutionary Biology* 27:2719-2726.

Uribe-Morfin P, Gómez-Martínez MA, Moreles-Abonce L, Olvera-Arteaga A, Shimada-Beltrán H and MacGregor-Fors I (2021). The invisible enemy: understanding bird-window strikes through citizen science in a focal city. *Ecological Research* 36:430-439.

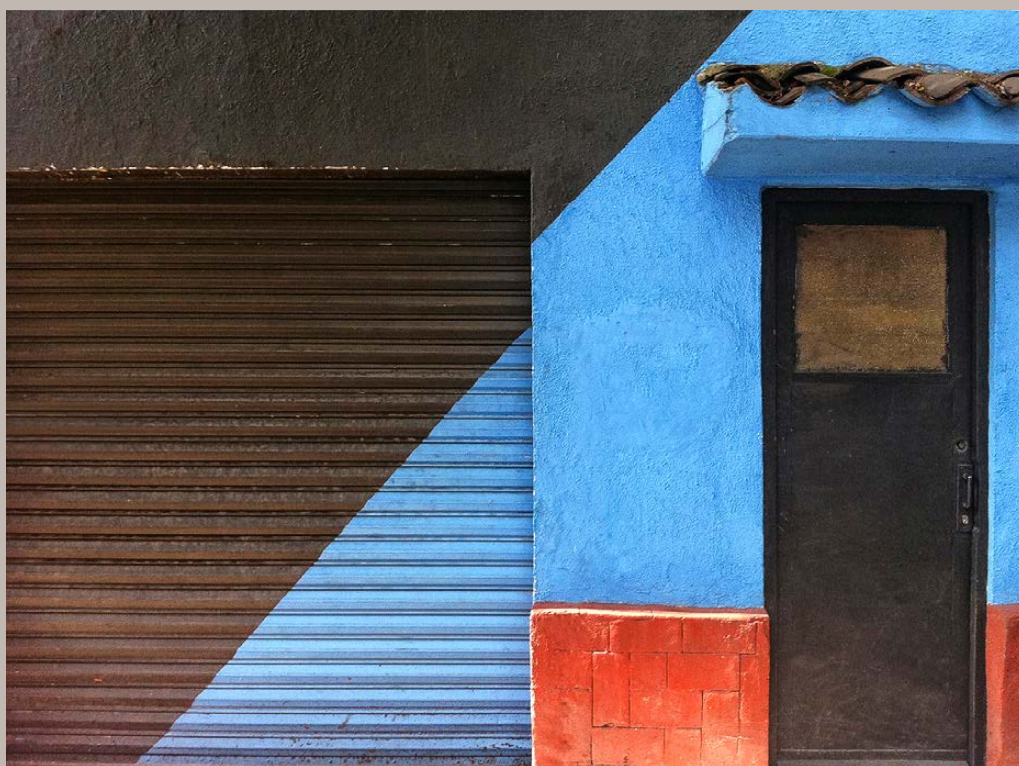
Voss SR, Woodcock MR and Zambrano L (2015). A tale of two Axolotls. *Bioscience* 65:1134-1140.

Zurita I and Rendón-Hernández G (2010). Notes on the breeding biology of common resident birds in an urbanized area of Hidalgo, Mexico. *Huitzil* 11:35-41.

Israel Solano-Zavaleta
J. Jaime Zúñiga-Vega
Departamento de Ecología y Recursos Naturales
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México
isolanoz@ciencias.unam.mx



© Germán Montalvo. Señal saturada.



© Germán Montalvo. *Diagonal fracturada.*

La Mezquita Azul, de Luis Villoro: experiencia mística y conocimiento estético

Jorge Rafael **Delgado García**
Heidi Alicia **Rivas Lara**
Iram Isaí **Evangelista Ávila**

Luis Villoro (1922-2014), filósofo mexicano con contribuciones en epistemología y ética, cuenta con aproximaciones a la estética poco abordadas entre otros teóricos, por lo que su visualización suele ser difusa. Aun así, se reconoce la autenticidad propositiva y el carácter crítico que imprime el filósofo en tales análisis. En *La Mezquita Azul* (Villoro, 2006), podemos reconocer la convivencia entre elementos estéticos con místicos, lo que confirma la existencia de cierto conocimiento distinto, basado en la experiencia suprasensible.

El uso y validez de las creencias subjetivas y las razones objetivas, respectivamente, –tradicional división entre ciencia y mística–, dotan de valor ético y estético a las vivencias humanas sin refutarse mutuamente. A través de sus vivencias místicas o suprasensibles, Villoro sostiene que el conocimiento proveniente de la experiencia mística es un conocimiento estético original y propositivo, más allá de un saber marginal.

Dicho conocimiento, cuya propiedad de transitar entre las razones objetivas (conocimiento científico) y las creencias subjetivas (conocimiento personal) sin contradicción, logra conjuntarlas y relacionarlas con la totalidad

(conocimiento holístico), lo que fomenta la construcción racional objetiva del sentido ético y estético de la realidad –referida a la totalidad–, mediante el acceso a experiencias místicas.

En el primer apartado analizamos la experiencia de Villoro en la Mezquita, los vínculos y aptitudes que surgen del contacto con lo Sagrado y la Totalidad. En el segundo apartado presentamos la relación que guarda tal experiencia con la generación de conocimiento estético como conocimiento personal, al igual que sus cualidades, propiedades y funciones.

Finalmente, concluimos con la exposición de los vínculos entre experiencia mística y conocimiento estético, cuyas propiedades holísticas y subjetivas dotan de sentido a la interpretación de la realidad.

LA MEZQUITA AZUL: UNA EXPERIENCIA MÍSTICA

Cotidianamente nos desenvolvemos basándonos en creencias conforme a juicios y razones con el fin de interpretar la realidad. Villoro encuentra dos tipos de creencias: la primera, busca el conocimiento válido suficiente para explicar la realidad con el fin de dominarla; y la segunda busca comprender el valor y el sentido que tal experiencia brinda al hombre para comprenderse a sí mismo en el mundo. Ambas tienen el propósito de ofrecernos cómo son los sucesos y cómo están referidos a la totalidad:

Para ello necesitamos conocer la dimensión valorativa de los acontecimientos y la manera como están referidos a un todo (Villoro, 2006, pp. 81-82).

Para Villoro, ambas creencias están juntas, aunque con funciones diferentes: sea por sus apropiaciones dominantes o como directrices de vida, dotan de sentido a la realidad que buscan explicar. Reconocen inicialmente la concatenación de hechos generadores de tal experiencia; posteriormente, identifican los resultados emergentes con relación a la totalidad. Así, surgen nuevas teorías

e hipótesis que generan juicios de valor de las interpretaciones subsecuentes a la experiencia (Zamora, 2010, pp. 102-103).

Estéticamente, Villoro describe inicialmente la proporción geométrica de su arquitectura para, gradualmente, apreciar los patrones abstractos de su interior, quedando absorbido por experimentar la presencia ante lo Sagrado durante su visita.

Ferreira interpreta tal contacto como un tránsito de la experiencia sensible inicial para transmutar a una plenitud suprasensible, donde espacio, tiempo y cotidianidad son unidad trascendental perenne. La percepción unitaria genera memorias en el filósofo, como frases religiosas e interpretaciones simbólicas, reforzando la vivencia de una experiencia consciente con la divinidad (Ferreira, 2008, p. 87). Villoro describe la experiencia ante lo Sagrado como pérdida de individualidad, rebasada por una presencia superior:

La experiencia es vivida como un abandono del mundo cotidiano [...] Tiene dos facetas: por una



© Germán Montalvo. *Dando vueltas en círculo.*



© Germán Montalvo. *Road movie*.

parte, pérdida del apego al yo, por la otra, afirmación del valor superior de algo que lo rebasa (Villoro, 2006, p. 53).

La renuncia al egocentrismo, la noción de una inquietante certeza de verdad que sobrepasa la razón sin contradecirla y el sentido holístico que experimenta son resultado de estar presente ante el Todo:

Este momento de la experiencia lo podemos definir como una experiencia mística, [...] que se expresa simbólicamente como lo sagrado, como algo místico, algo ético o algo estético (Ferreira, 2008, p. 88).

La presencia ante lo Sagrado genera “culpa” en Villoro, sintiéndose invasor al entrar en cierta habitación sacra restringida (Ferreira, 2008, p. 89). El cambio de habitación reconfigura su percepción sensorial y éticamente reconoce su equívoco a conciencia.

En este horizonte místico-ético-estético, tales restricciones son asequibles solamente por una condición volitiva (Ferreira, 2008, pp. 89-90). La noción

de totalidad de Villoro es una percepción con mayor alcance del mundo, donde todos los elementos existentes son observados con relación a ella. Esta observación prioriza vínculos entre individualidades con la totalidad, principalmente en los vínculos que hacen referencia desde la individualidad a la noción de totalidad.

Los enunciados producidos de tales observaciones mientan una realidad suprasensible al entendimiento cotidiano, como revelación del pensamiento y la imaginación donde se observan estas cualidades supra sensoriales. Villoro llama a esta realidad “trascendente”, lo que define como

[...] un objeto intencional que no se identifica con ninguno de los objetos de percepción circunscritos en un espacio y tiempo determinados ni tampoco con la totalidad de ellos, pero que puede ser captado a través de cualidades de esos objetos percibidos (Villoro, 2006, p. 58).

La realidad “trascendente” es captada intencionalmente como objeto de observación de los vínculos referenciales entre las individualidades con la totalidad como una unidad ordenada: no se observa al individuo con relación a sí mismo (egocentrismo), sino con relación al Todo (misticismo) y en función al mismo.

La experiencia y el peculiar análisis que describe Villoro: suprasensible, despersonalizadora y holística; esto es, mística, demanda ciertas condiciones extraordinarias que comprometen al individuo que las vive “globalmente” y “compromete todas las facultades del sujeto y no solo sus capacidades perceptivas e intelectuales” (Villoro, 2006, p. 62).

Este tipo de experiencias demanda mayores capacidades intelectuales y perceptivas del individuo. Igualmente, el contar con un horizonte de visión mayor al alcance cotidiano para poder observar en conjunto las dimensiones epistemológicas, éticas y estéticas que tales experiencias evocan.

La inconmensurabilidad de la totalidad de lo Sagrado y la exigencia de las capacidades individuales,

generan atracción al buscar experiencias místicas en presencia de lo Sagrado:

Lo Sagrado manifiesta un poder irresistible, [...]. Para Villoro, lo sagrado es lo que se nos notifica a través de una experiencia mística (Ferreira, 2008, p. 138).

Finalmente, a la vivencia experimentada se le busca su propósito y sentido:

[...] lo sagrado es para Villoro, [...] una experiencia místico-existencial [...] que da sentido al mundo y a la vida; en esto consiste la íntima relación entre lo sagrado y el sentido (Ferreira, 2008, p. 144).

La insignificancia existencial de la individualidad ante la totalidad nos brinda un sentido vital para habitar el mundo y convivir con lo Sagrado.

LA EXPERIENCIA MÍSTICA COMO GENERADORA DE CONOCIMIENTO ESTÉTICO

Gracias a la experiencia mística surge en el individuo una valoración subjetiva del conocimiento adquirido, producto de una experiencia que no puede ni refutarse ni comprobarse objetivamente. Esta valoración genera revaloraciones de la realidad que superan las capacidades intelectuales (Ferreira, 2008, p. 94).

Villoro la conceptualiza como “conocimiento estético”, el cual requiere capacidades sensoriales refinadas; concordancia con las categorías culturales y técnicas necesarias para revalorar el objeto estético:

“Conocedor” de una obra de arte es sólo quien, además de comprender los rasgos culturales que expresa, saber de su técnica, etc., está dotado de la sensibilidad y del gusto requeridos para apreciar su valor y gozarlo. Cierta disposición afectiva y valorativa hacia el objeto es



© Germán Montalvo. *Columna Tampico.*

condición necesaria para que se manifieste como bello (Villoro, 2006, pp. 62-63).

Villoro advierte que esta nueva clase de conocimiento es lo suficientemente cercano al ámbito epistemológico. Si bien toda experiencia es por sí misma subjetiva, el conocimiento estético permite que las experiencias subjetivas puedan ser transmitidas bajo esquemas conceptuales objetivos y pertinentes (culturales, técnicos):

El saber objetivo [...] verifica sus proposiciones en experiencias que requieren múltiples condiciones subjetivas [...], requiere un aparato categorial, susceptible de ordenar los datos sensoriales, y esquemas conceptuales, capaces de interpretar lo dado dentro de ciertas líneas (Villoro, 2006, p. 61).

Para Villoro, las creencias basadas en experiencias personales de lo Sagrado, pueden ser tomadas como una convención social, siendo pertinente preguntarse qué nos ofrecen y bajo qué conceptos se puede enunciar objetivamente sobre ellas. Respecto a este criterio, Ferreira enfatiza que en

[...] caso de que una creencia sea razonable, [proveniente] de una experiencia personal de lo sagrado, cabe preguntar [...] ¿cómo podemos expresar en preposiciones y conceptos racionales aquello que se muestra? (Ferreira, 2009, p. 110).

Villoro reconoce en la experiencia vivida y documentada objetivamente un filón gnoseológico donde la subjetividad refiere a cierto conocimiento personal subjetivo, el cual mienta dos tipos de conocimientos: el racional comprobable y el personal subjetivo que

[...] se basa en experiencias directas, comprobables por los sujetos que compartan, además, disposiciones afectivas comunes (Villoro, 2006, p. 63).

El verbo “conocer” incluye al conocimiento personal por ser parte de una experiencia sucedida en la realidad, sea intersubjetiva o esporádica (Villoro, 1982, pp. 236-244). Enunciados que mientan lo Sagrado o la totalidad basados en el conocimiento personal, –inverificables en la realidad por su imposibilidad lógico-racional–, poseen propiedades y funciones distintas al conocimiento cotidiano, científico o inmediato; por el contrario, expresan funciones cognitivas diferentes respecto a la interpretación de la realidad bajo un parámetro de totalidad (Villoro, 2006, p. 78). La valoración del conocimiento

personal reconoce su intersubjetividad y le dota de objetividad instrumental:

Su justificación podría ser semejante a la de otros enunciados interpretativos menos generales, que se emplean en otros campos (Villoro, 2006, p. 78).

Estos enunciados pueden conceptualizar un evento histórico, por medio de la generación de crónicas de época, lo que “permite comprender sus productos específicos y conectar entre sí sus diversas manifestaciones.” (Villoro, 2006, p. 78).

Así mismo, como en un juicio ético, donde el comportamiento apela a la interpretación moral; en la valoración artística, la interpretación estética permite apreciar la obra y su contexto:

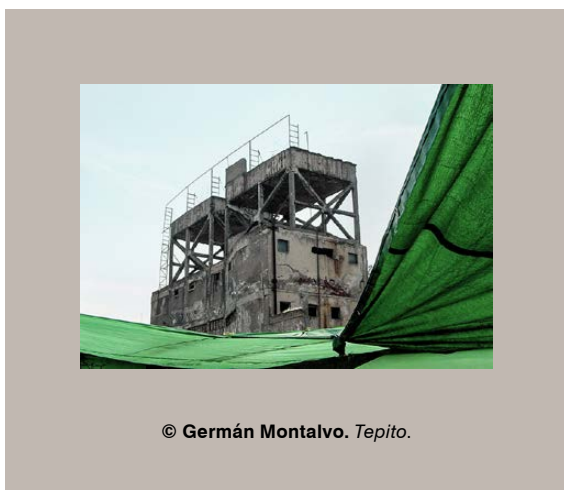
En la medida en que un comportamiento particular queda iluminado por una interpretación moral [...], ese comportamiento “confirma” la interpretación moral. [...] De parecida manera, [...] una interpretación artística nos orienta para ver una nueva cualidad en una obra de arte [...], esa interpretación se vuelve más iluminadora y, por ende, más aceptable (Villoro, 2006, p. 78).

En el conocimiento estético las creencias, actitudes e ideales en conjunto interactúan en la interpretación de la realidad:

En ambos casos, [...] la probabilidad de la interpretación aumenta, para quien la acepta, al comprobar su capacidad para hacer comprensibles los hechos y revelar nuevas cualidades en ellos (Villoro, 2006, pp. 79).

Villoro puntualiza la intencionalidad del uso del conocimiento estético, sea en su manifestación personal o bajo parámetros objetivos:

El aspecto autobiográfico de la pregunta no interesa aquí; importa el problema que plantea:



¿qué puede hacer la razón con una experiencia de ese tipo? (Villoro, 2006, p. 85).

La valoración del conocimiento por sí mismo se fundamenta en la eficacia de sus resultados, los cuales son consecuencia de la reflexión llevada a la práctica de tal conocimiento:

El conocimiento de lo valioso orienta nuestro comportamiento, al otorgarle un sentido. [...] En analogía con los enunciados descriptivos, [...] una garantía de la validez de un enunciado valorativo es el éxito de la acción guiada por él (Villoro, 2006, p. 81).

Finalmente, podemos resumir que el valor intrínseco que tal conocimiento contiene, esto es, su valor pragmático; adicional al valor del contenido que el conocimiento estético puede proveer, dota de sentido a nuestros comportamientos y nos guía conforme a los resultados que obtenemos cotidianamente.

CONCLUSIÓN

En la experiencia mística, los elementos estereoscópicos-sensibles captan una presencia: la totalidad de lo Sagrado. En ella, hay un proceso de sublimación desde la trascendencia hacia la experiencia personal, estética y subjetiva. Igualmente, en lo místico, –la percepción del Todo–, surge el conocimiento personal estético dotador de sentido holístico (referente a la totalidad) y ético (al buscar su sentido) a la experiencia mística en su conjunto.

La experiencia estética es despersonalizadora. El Yo absorbido por un estado de pasividad y receptibilidad total –experiencia contemplativa– obedece a un sentimiento de apertura del ego para que la totalidad lo absorba en su inconmensurabilidad. Igualmente, la experiencia personal como vivencia del tránsito entre lo material a lo suprasensorial, está demarcada por una predisposición abierta ante lo Sagrado.

La visión holística del mundo, producto de tales experiencias, evidencia la consideración estética/mística que ofrece diversas funciones y propiedades que el conocimiento en cuanto tal obtiene.

Gracias a la experiencia de la apertura mística, la existencia subjetiva refiere directamente a la totalidad, dotándola de sentido. Tal conocimiento revalora lo Sagrado como totalidad, creando una relación analógica entre lo estético y lo místico, donde la razón instrumental dota de sentido teleológico al uso que se puede dar del conocimiento surgido por tales experiencias.

Tal experiencia abre ese saber incierto, –pero vivido–, donde “valor y realidad” se unen con el fin de

[...] orientar nuestra comprensión del todo, invitarnos a una nueva forma de vida, [...] Formula un reto a una interpretación global de la existencia (Villoro, 2006, p. 84).

Desde esta perspectiva, concluimos que el conocimiento estético permite el acceso a una percepción del mundo desde una revaloración del conocimiento mismo, donde las posibilidades para comprender la realidad son potenciadas para apreciar la vida con relación a lo Sagrado/totalidad, gracias al valor formativo que tal conocimiento genera como guía hacia una mejor comprensión de la realidad circundante..

REFERENCIAS

- Ferreira J (2009). *La Mística en Villoro*. *Devenires X*, 20: 93-121.
- Ferreira J (2008). La vía mística en Villoro. Recuperado de: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/46.
- Villoro L (2006). *Vislumbres de lo otro. Ensayos de filosofía de la religión*. México: Colegio Nacional / Editorial Verdehalago.
- Villoro L (1982). *Creer, saber, conocer*. México: Siglo XXI.
- Zamora F (2010). Imagen epistémica, imagen gnóstica. *Eikasía. Revista de Filosofía V* (33):101-141.

Jorge Rafael Delgado García
Heidi Alicia Rivas Lara
Iram Isai Evangelista Ávila
FFyL/Universidad Autónoma de Chihuahua
jrdelgar@hotmail.com

Libros

La aventura de la ciencia convertida en literatura. Un libro inclasificable y poderosamente seductor. Las narraciones incluidas en este libro singular y fascinante tienen un hilo conductor que las entrelaza: la ciencia, con sus búsquedas, tentativas, experimentos e hipótesis, y los cambios que –para bien y para mal– introduce en el mundo y en nuestra visión de él. Por estas páginas desfilan descubrimientos reales que forman una larga cadena perturbadora: el primer pigmento sintético moderno, el azul de Prusia, creado en el siglo XVIII gracias a un alquimista que buscaba el Elixir de la Vida mediante crueles experimentos con animales vivos, se convierte en el origen del cianuro de hidrógeno, gas mortal que el químico judío alemán Fritz Haber, padre de la guerra química, empleó para elaborar el pesticida Zyklon, sin saber que los nazis acabarían utilizándolo en los campos de exterminio para asesinar a miembros de su propia familia. También asistimos a las exploraciones matemáticas de Alexander Grothendieck, que le llevaron al delirio místico, el aislamiento social y la locura; a la carta enviada a Einstein por un amigo moribundo desde las trincheras de la Primera Guerra Mundial, con la solución de las ecuaciones de la relatividad y el primer augurio de los agujeros negros; y a la lucha entre los dos fundadores de la mecánica cuántica –Erwin Schrödinger y Werner Heisenberg– que generó el principio de incertidumbre y la famosa respuesta que Einstein le gritó a Niels Bohr: “¡Dios no juega a los dados con el universo!”

La literatura explora la ciencia, la ciencia se convierte en literatura. Benjamín Labatut ha escrito un libro inclasificable y poderosamente seductor, que habla de descubrimientos fruto del azar, teorías que bordean la locura, búsquedas alquímicas del conocimiento y la exploración de los límites de lo desconocido.

[...] Labatut penetra el corazón de una realidad que pocos han visto antes que él, y que nadie ha descrito de esta manera. Un libro de terrorífica



UN VERDOR TERRIBLE

BENJAMÍN LABATUT

Anagrama

Barcelona, 2020

belleza (Wolfram Eilenberger, autor de *Tiempo de magos*).

[...] El prodigio de los escritos de Benjamín Labatut radica en su capacidad de acceder a dominios de enorme complejidad sin renunciar al rigor, al mismo tiempo en que convierte a estos científicos en personajes de carne y hueso, figuras literarias puras que probablemente sean más verdaderas cuanto más parecen inventadas (José Mário Silva, *Expresso*, Portugal).

Benjamín Labatut nació en Rotterdam, Países Bajos, en 1980. Pasó su infancia en La Haya, Buenos Aires y Lima, y a los catorce años se estableció en Santiago de Chile. *La Antártica empieza aquí*, su primer libro de cuentos, fue publicado en México, donde ganó el Premio Caza de Letras 2009, concedido por la Universidad Autónoma de México (UNAM) y la editorial Alfaguara. En Chile apareció en 2012, y un año más tarde se alzó con el Premio Municipal de Santiago. Su segundo libro, *Después de la luz*, publicado en 2016 por la editorial Hueders, consta de una serie de notas científicas, filosóficas e históricas sobre el vacío, escritas tras una profunda crisis personal. Su tercer libro –*Un verdor terrible*–, además de en Anagrama, sería publicado en 2020 por Suhrkamp (Alemania), Adelphi (Italia), Éditions du Seuil (Francia), Atlas Contact (Países Bajos), Pushkin Press (Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda) y Elsinore (Portugal).



© Germán Montalvo. *Las cortinas de Ellsworth Kelly.*

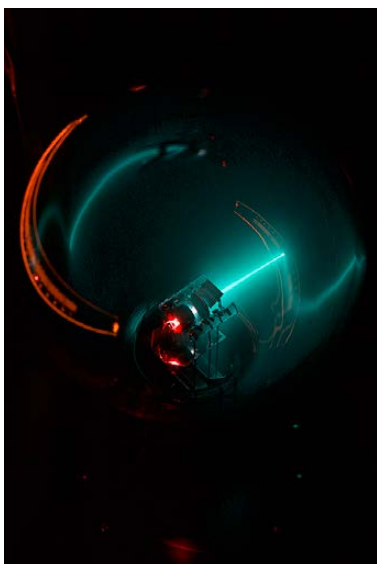
2° CONCURSO DE FOTOGRAFÍA CIENTÍFICA 2022

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (**CONCYTEP**) concluyó con éxito el Concurso de Fotografía Científica 2022 llevado a cabo con el propósito de promover la cultura científica a través de la fotografía, conforme a las evaluaciones realizadas por el jurado calificador, integrado por Anuar Patjane, Ana Cecilia Parrodi Anaya, Marvin Piedra Díaz, Luis Enrique Rodríguez Barquet y Sandra Luz Guevara Castillo, quienes, en conjunto, coincidieron en los siguientes ganadores de la Categoría A:



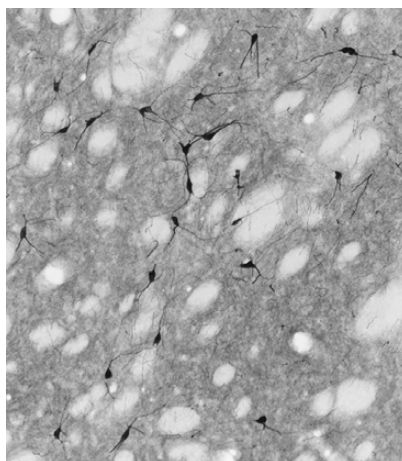
Primer lugar:

César Oswaldo Rojas Ríos
con la obra *Aliado nocturno*



Segundo lugar:

Erwin Ramírez Solano con
la obra *Haz lineal de neutrones*



Tercer lugar:

Dayna Nallely Ibañez Sandoval
con la obra *El baile de las neuronas*

¡FELICIDADES A LOS GANADORES!

