

ISSN 2992-6807  
Número 5  
enero - junio, 2024



**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
Coordinación de Investigación y Posgrados



# LUCIDUM CIENCIA

Revista de **Divulgación Multidisciplinaria**  
del Centro Universitario de la Costa

*Ciencias Exactas • Medicina y Salud • Humanidades y Conducta*  
*Tecnología • Ciencias Sociales y Económicas*  
*Ciencias Naturales y Agropecuarias • Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera*



DIRECTORIO  
UNIVERSIDAD DE  
GUADALAJARA

Dr. Ricardo Villanueva Lomelí. *Rector General*  
Dr. Jorge Téllez López. *Rector del Centro Universitario de la Costa*  
Dr. José Luis Cornejo Ortega. *Secretario Académico*

*Editor en Jefe*

Dr. Fernando Vega Villasante

*Consejo Editorial*

Dr. Jorge Téllez López

Dr. José Luis Cornejo Ortega

Mtra. Mirza Liliana Lazareno Sotelo

Dr. José Carlos Cervantes Ríos

Dr. Fabio Germán Cupul Magaña

Dr. Rodrigo Espinoza Sánchez

Dr. Fernando Vega Villasante

*Editores Asociados*

Dra. Liza Danielle Kelly Gutiérrez. *Biología y Química*

Dra. Stella Maris Arnaiz Burne. *Turismo y Desarrollo Sustentable*

Dr. Jesús Cabral Araiza. *Ciencias Médicas y de la Salud*

Dr. Remberto Castro Castañeda. *Ciencias de la Conducta*

Dr. Luis Javier Plata Rosas. *Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra*

Dra. Gabriela Andrea Scartascini Spadaro. *Educación y Humanidades*

Dr. Marco Antonio Delgadillo Guerrero. *Ciencias Sociales y Económicas*

Dr. Saúl Rogelio Guerrero Galván. *Biotecnología y Ciencias Agropecuarias*

Dr. Jorge Ignacio Chavoya Gama. *Ingenierías y Arquitectura*

Dra. Olimpia Chong Carrillo. *Multidisciplinaria*

*Cuidado de la Edición*

REGISTRO DE  
ARTÍCULOS

Lic. Laura Biurcos Hernández

*Diseño de portada*

fvillasante@cuc.udg.mx

Mtro. Francisco Gerardo Herrera Segoviano

LUCIDUM CIENCIA. Año 3, Núm. 5, enero-junio 2024, es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través de la Coordinación de Investigación y Posgrados, por la Secretaría Académica, del CUCosta. Av. Universidad #203, delegación Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México; Tel: 322 226 2200, <http://www.cuc.udg.mx/es/revista-lucidum-ciencia>, fvillasante@cuc.udg.mx. Editor responsable: Fernando Vega-Villasante. Reserva de derechos al uso exclusivo del título 04-2023-021411551400-102, ISSN: 2992-6807, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinación de Investigación y Posgrados, del CUCosta. Av. Universidad #203, delegación Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México, Fernando Vega-Villasante. Fecha de la última modificación 20 de mayo de 2024.

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

Publicación indizada en: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex.

## Contenido

Editorial	3
Entre polvo y telarañas: sitios Ramsar lugares en el olvido	
Alejandra Matzayani Avilés Olivares, Adrián Tintos Gómez, Eduardo Ramírez Ayala, César Antonio Sepúlveda Quiroz, Rebeca Yasmín Pérez Rodríguez, Gabriel Núñez-Nogueira, César Arturo Ilizaliturri Hernández, Rogelio Costilla Salazar, Josué Israel López Gardiel y José Ángel Hinojosa Larios	5
Carisma y alas escamosas: diversidad de mariposas diurnas en el Centro Universitario de la Costa	
Andrés Gutiérrez-Amaral, Elisa Bueno-Alvarado, Roxana Delgado-Rodríguez y Sandra Quijas	13
Volantes peregrinos...	
Alfonso Silva Lee	24
Bioderecho y reeducación en la psicología del rumor	
Jesús Cabral Araiza, Adolfo Espinosa de los Monteros Rodríguez y José López Guiarte	33
Poecílicos en México, pequeños peces grandes desconocidos	
Marcos Hernández López, Leonardo Martínez Cárdenas y Fabiola Lango Reynoso	43
¡Cantintero, hay un alacrán en mi mezcal!	
Fabio G. Cupul-Magaña	47
Los bezoares de Mika	
Fabio G. Cupul Magaña	50
Helminthos: crisis sanitaria en México	
Marco Esau González-Navarro y María del Carmen Navarro-Rodríguez	54



## EDITORIAL

Nos complace presentarles el quinto número de *LUCIDUM CIENCIA*, una revista dedicada a explorar las fronteras del conocimiento científico. En este nuevo ejemplar, continuamos nuestro compromiso de ofrecer investigaciones de alta calidad que abarcan una amplia gama de disciplinas. Avanzamos ya en el tercer año y hemos contado con excelente recibimiento por parte de nuestra comunidad interna del Centro Universitario de la Costa y, también, de autores de otras instituciones. Nos llena de satisfacción y orgullo habernos convertido en el medio de comunicación de muchos académicos que nos eligen para presentar al mundo sus aportes de divulgación científica. En este número, hemos decidido adentrarnos en el fascinante mundo de las ciencias biológicas, aunque sin descuidar la diversidad temática que caracteriza a nuestra publicación, por lo que hemos incorporado una interesante mirada a la psicología, enriqueciendo así la variedad de enfoques presentes en nuestras páginas. Estos artículos representan solo una muestra de la diversidad y calidad del contenido que encontrarán en este número. Estamos seguros de que cada uno de ellos despertará el interés y la curiosidad de nuestros lectores. Además, nos complace informarles que estamos trabajando arduamente para ingresar a otros índices en un periodo breve, lo que ampliará aún más el alcance y la visibilidad de nuestra revista en la comunidad científica.

Agradecemos profundamente a todos los autores, revisores, diseñadores y lectores que han contribuido al éxito de *LUCIDUM CIENCIA*. Sin su apoyo y dedicación, este proyecto no sería posible.

Atentamente,  
Dr. Fernando Vega-Villasante, *Editor en Jefe*



## Entre polvo y telarañas: sitios Ramsar lugares en el olvido

Alejandra Matzayani Avilés Olivares<sup>1</sup>, Adrián Tintos Gómez<sup>1,2,3,\*</sup>,  
Eduardo Ramírez Ayala<sup>2</sup>, César Antonio Sepúlveda Quiroz<sup>4,5</sup>,  
Rebeca Yasmín Pérez Rodríguez<sup>6</sup>, Gabriel Núñez-Nogueira<sup>7</sup>,  
César Arturo Ilizaliturri Hernández<sup>8</sup>, Rogelio Costilla Salazar<sup>9</sup>,  
Josué Israel López Cardiel<sup>2</sup> y José Ángel Hinojosa Larios<sup>1</sup>

**RESUMEN:** Los humedales son los activos ambientales más degradados, se calcula que existe una pérdida del 87%. Como consecuencia, se desarrolló el tratado el cual recibió el nombre de la ciudad iraní Ramsar, donde el 2 de febrero de 1971 se firmó como convenio

<sup>1</sup> Licenciatura en Biología Marina, Universidad de Guadalajara. Gómez Farías 82, 48980, San Patricio Melaque, Cihuatlán, Jalisco, México.

<sup>2</sup> Programa de Posgrado BEMARENA, Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, CUCSUR, Universidad de Guadalajara. Gómez Farías 82, 48980, San Patricio Melaque, Cihuatlán, Jalisco, México.

<sup>3</sup> División de Ciencias de la Vida, campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Complejo 2, km 9, carretera Irapuato-Silao, Col. Centro, 36500, Irapuato, Guanajuato, México.

<sup>4</sup> Laboratorio de Fisiología en Recursos Acuáticos (LAFIRA), División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, carretera Villahermosa-Cárdenas, km 0.5, 86039, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>5</sup> Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa, carretera Villahermosa-Frontera, km 3.5, Ciudad Industrial, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>6</sup> Laboratorio de Servicios de espectroscopía, cromatografía y calorimetría DCN-ye, Departamento de Química, Universidad de Guanajuato, Unidad Noria Alta, Col. Noria Alta s/n, 36050, Guanajuato, México.

<sup>7</sup> Laboratorio de Hidrobiología y Contaminación Acuática, División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>8</sup> Facultad de Medicina, Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Sierra Leona 550, Lomas 2a. Sección, 78210, San Luis Potosí.

\* Autor de correspondencia.

Recibido: 25/09/2023

Aceptado: 15/01/2024

Publicado: 19/01/2024

de la UNESCO teniendo como objetivo principal proteger los humedales de todo el mundo. Dicho convenio entró en vigor en diciembre de 1975 y actualmente está integrada por 172 países, 2,472 humedales que conforman 256,240,981 hectáreas.

Sin embargo, parecen ser olvidados los pilares de este tratado los cuales son: la cooperación internacional, la designación de humedales de importancia internacional y el uso racional de los humedales. Siendo este último un punto que se encuentra entre polvo y telarañas y en total abandono de los países involucrados.

La Universidad de Guadalajara recalca que no basta el hecho de que estos lugares sean designados sitios Ramsar, sino que requiere un seguimiento, que proporcione un plan de manejo independiente e implementado correctamente. También es necesario insistir y recordar que la conservación no está peleada con el uso racional, el cual podría ser la llave a la sostenibilidad y garantía de los humedales.

En el informe técnico de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (PMDb-4) se muestra que los humedales artificiales han aumentado en los últimos años, particularmente en el sur de Asia, debido a la conversión de humedales naturales en arrozales; sin embargo, esto no compensa la pérdida de la extensión de los humedales naturales que conlleva a la pérdida de funciones o servicios de los ecosistemas.

Se ha mostrado un declive de un 40%, aproximadamente, en todo el mundo en la extensión de los humedales marinos, costeros y continentales.

Aun así, se tiene conocimiento que a nivel mundial los resultados, después de su designación,

no son los indicados, y se contempla diversas causas como la falta de seguimiento, problemas de legislación y gestión de normas, entre otras. Es importante contemplar la tendencia de los sitios Ramsar a nivel mundial para poder dar un acercamiento a nivel nacional.

## INTRODUCCIÓN. EL COMPROMISO DE MÉXICO Y LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE SITIOS RAMSAR NO ES SÓLO SU DESIGNACIÓN

Para que se pueda otorgar la asignación de un sitio Ramsar, los humedales están clasificados en 42 tipos, los cuales están agrupados en cuatro categorías: Humedales continentales (lagos, ríos, arroyos, zonas de inundación, pantanos), Humedales artificiales (presas, arrozales, canales, estanques de cultivo), Humedales marinos (costas rocosas, arrecifes de coral) y Humedales costeros (estuarinos, manglares, lagunas costeras).

México entró a este convenio desde 1986 y, según información de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la misma institución de Ramsar, este país cuenta con 144 sitios designados (sitios Ramsar) con una superficie de 8,721,911 ha, además tiene 2,103 humedales con potencial para ser considerados en esta clasificación. Con esto México está en el segundo lugar del *ranking* de países asociados a este convenio. Se podría deducir que al ocupar este sitio en la lista Ramsar, el bienestar de nuestros humedales estaría garantizado o mínimamente estable y regulado; sin embargo, esto no es así y muchos deducen que es debido a la falta de instrumentos normativos para la protección de los humedales,

así como la falta de reglamentos. Aunque la ejecución de estos lineamientos está comprometida, México cuenta con algunas normas que benefician el cuidado de estas zonas, como la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Vida Silvestre, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, he incluso cuenta con 142 humedales preservados bajo esta última, que establece las especificaciones para los humedales costeros en zonas de manglar.

Es importante mencionar que la preservación, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable tiene cabida legal y normativa en México; sin embargo, es evidente que estos sitios siguen siendo simplemente designaciones con un notorio abandono y poco interés nacional.

## IMPORTANCIA DE LOS SITIOS RAMSAR

Los sitios Ramsar juegan un papel muy importante en el bienestar ecológico, la protección de hábitats y en la promoción de zonas sin impacto antropogénico que propicien las

condiciones necesarias para el repoblamiento y restauración de las poblaciones animales y vegetales que las habitan. Esto genera a su vez el bienestar del mundo, y promueve diversos servicios ecológicos como: protección de litorales, recarga de los mantos freáticos, ayudan a estabilizar los suministros de agua, contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, generadores de alta productividad, aumentan la diversidad biológica y proporcionan hábitats únicos para una amplia variedad de flora y fauna.

Sin embargo, la poca información o la poca cultura ambiental que existe en México propicia que estos sitios de alta importancia ecológica sean vistos como terrenos abandonados, y en el peor de los casos sean drenados, rellenados, incendiados y transformados para realizar alguna otra actividad económica o de desarrollo social, ya que los servicios ecológicos que brinda no son percibidos con la importancia merece (Figura 1).

Diversos investigadores han realizado estudios para tratar de representar los servicios generados por los activos ambientales como un acto de concientización.



Figura 1. Fotos de representativas de la contaminación en los humedales.

En 1997 se publicó el artículo «The value of world's ecosystem services and natural capital» en la revista *Nature*, donde Robert Constanza determinaba el valor de los servicios que producen los activos ambientales en 33 billones de dólares estadounidenses. Actualmente ese valor se traduce a un porcentaje superior al Producto Interno Bruto de diferentes países:

- Alemania: 3.3 billones de dólares
- Brasil: 2.1 billones de dólares
- China: 5.7 billones de dólares
- España: 1.4 billones de dólares

- USA: 14.6 billones de dólares

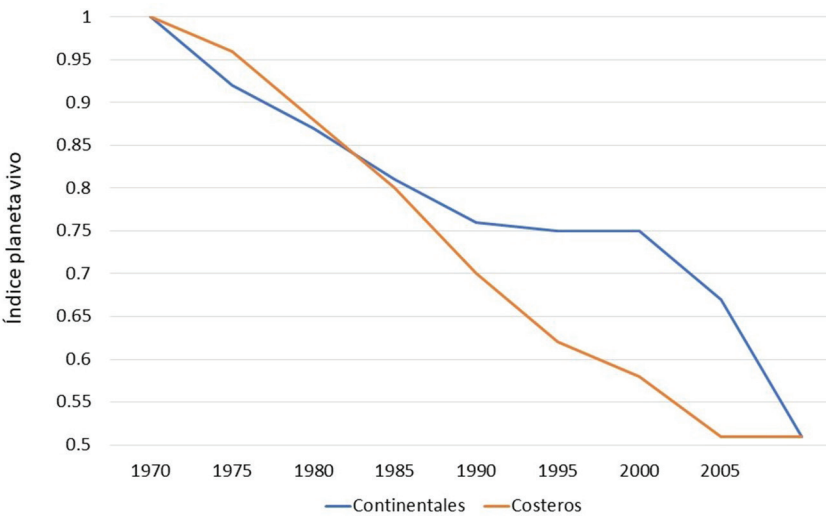
Según el «Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del Convenio sobre la Diversidad Biológica», indican en el Índice de la «Lista Roja de aves, mamíferos, anfibios y corales de los humedales» que estas especies presentan una disminución considerable de su índice de supervivencia, incrementado por la pérdida de hábitats, factores antropogénicos y calentamiento global (Figura 2).

Tabla 1. Distribución del valor de los servicios producidos por los activos ambientales

Servicio	Valor (billones \$USA)
Fijación de nutrientes (marinos y terrestres)	17.0
Servicios culturales (artísticos, educacionales, espirituales, científicos)	3.0
Depuración de aguas	2.2
Regulación de cambios medioambientales (protección de tormentas y control de inundaciones)	18
Reposición de aguas subterráneas	1.7
Producción de alimentos y materias primas (madera, producción agraria, producción ganadera y pesca)	11
Regulación de la composición de la atmósfera	1.3
Provisión de agua (usos agrarios, industrial, doméstico, energético)	11

Fuente: Aznar-Bellver y Estruch-Guitart (2015).

Figura 2. Índice de la “Lista Roja” de la supervivencia de especies.





El enfoque de conservación es insostenible en la mayoría de los sitios. Por ejemplo, las aves acuáticas pueden no ser un indicador fiable del estado de la biodiversidad acuática en general. El «Índice Planeta Vivo» (Figura 3), aplicado a los humedales del Mediterráneo, mostró un aumento del 70% en las poblaciones de aves acuáticas desde 1970 y una disminu-

ción del 40% en los peces, anfibios, reptiles y mamíferos.

Los índices de conservación de hábitats naturales muestran a una tendencia a nivel internacional que la condición de los sitios Ramsar presentan un impacto negativo significativo, traduciéndose en áreas no sostenibles colocando a los humedales en una situación cada vez más cercana a la extinción (Figura 4).

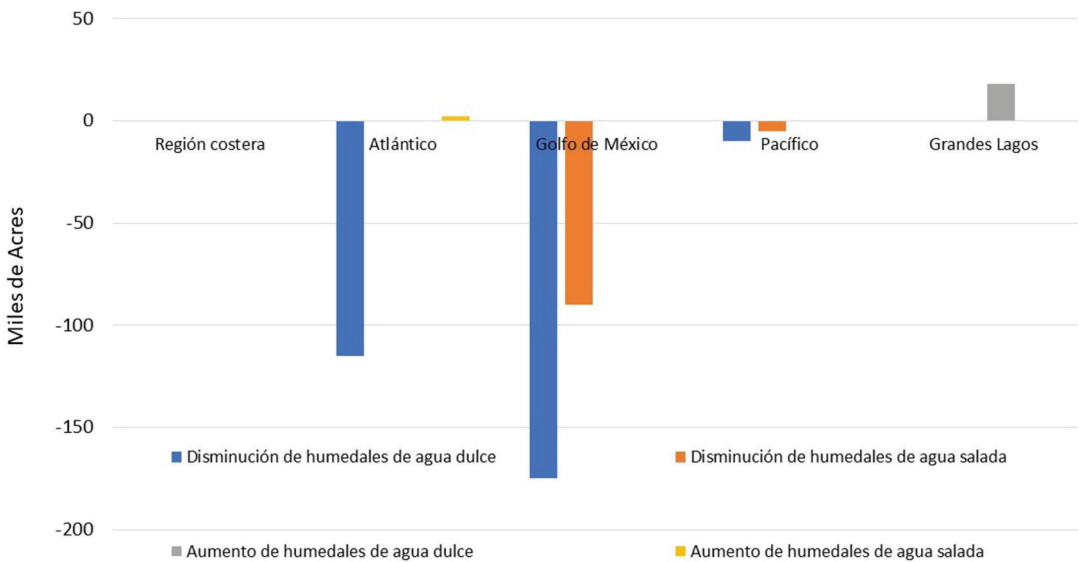


Figura 3. Índice de Extensión de los Humedales adaptado de Leadley *et al.* (2014). Índice de extensión de los humedales (1970 = 1). Promedio de las tendencias mundiales en la extensión de los humedales marinos/costeros y continentales (1970-2008).

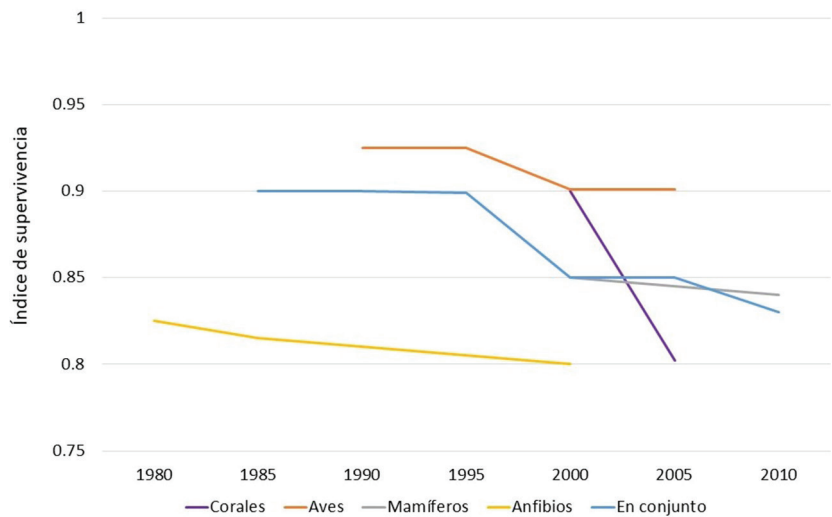


Figura 4. Aumento y disminución de los humedales en las cuencas costeras de cada región entre 2004 y 2009. Adaptado de Dahl y Stedman (2013).

## ESTRATEGIAS PARA SACARLE EL BRILLO A LOS SITIOS RAMSAR EN MÉXICO

Es fundamental contar con un aparato de legislación ambiental robusto, pero de igual manera es importante la planeación del aprovechamiento óptimo y sensato de estos sitios, ya que pueden ser, no sólo un generador de bienes y servicios a las comunidades aledañas sino también permitirían la autoprotección de dichas zonas.

El mismo organismo Ramsar propone estrategias de sostenibilidad para estos sitios mediante la implementación de modelos de economía circular basados en el manual de «Buenas Prácticas en la Planificación y el Manejo de los Humedales». Algunas de las estrategias utilizadas para fomentar la protección de sitios Ramsar son involucrar a la sociedad directamente y tomar en cuenta sus necesidades, así como realizar una descripción sistematizada del humedal.

Otras estrategias sugeridas son definir un planteamiento de manejo del agua en el cual se evalúe el impacto sobre los acuíferos, adoptando un enfoque más amplio a escala de la cuenca hidrográfica. Definir qué actividades se permiten en determinadas zonas del sitio, por ejemplo, permitir la caza y la pesca sustentablemente.

Por otro lado, como propuesta general e inspirada en la «Estrategia Nacional de Pueblos Mágicos» impulsada por el Gobierno de México, se propone una dinámica similar con fomento del ecoturismo en estos sitios para su sostenibilidad. Esta estrategia está basada en las siguientes recomendaciones: aprovechamiento del área con ecoturismo, turismo de

aventura, actividades como pesca deportiva, avistamiento de aves, avistamiento de organismos marinos, reptiles y flora. Estas recomendaciones se basan como una posible solución para mantener la biodiversidad en estos humedales fomentando la creación santuarios de especies nativas y protegidas. También se propone la implementación de cuotas de pesca y áreas de reserva, así como talleres de educación ambiental.

Estas actividades pueden cambiar la dinámica de los sitios Ramsar abandonados a sitios frecuentados y aprovechados, que aumentarán el flujo de gente en estos sitios. Se estima que será mayor la normatividad para poder prevenir su contaminación ya que habrá más autoridades de seguimiento para los cuidados del área. También se implementarían nuevas estrategias de control y saneamiento a través de alternativas biológicas como la introducción selectiva de plantas y peces capaces de propiciar una buena calidad ambiental.

## OTROS PROBLEMAS DENTRO DEL PROBLEMA

El abandono de los humedales catalogados como sitios Ramsar es preocupante, pero más preocupante son otros factores ecológicos que pueden alterar y modificar irreversiblemente la presencia de ciertas especies de flora y fauna de estos. La propuesta de sostenibilidad de estos humedales nos permite analizar no sólo las problemáticas individuales, sino también la recopilación de información general que puede servir como referencia para problemáticas similares, por ejemplo, según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre la presencia de plan-

tas exóticas invasoras en México, indica que una gran cantidad de humedales registran la presencia de plantas exóticas invasoras en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tabasco y Tlaxcala. De este reporte se deriva la presencia de 42 especies de las cuales nueve son exóticas invasoras, una exótica, 27 nativas con comportamiento de invasoras y cinco nativas. De este informe se detectó como problemática común, que el lirio (*Eichhornia crassipes*) es la principal especie acuática exótica invasora presente en casi todos los humedales.

La solución propuesta es el aprovechamiento del lirio acuático para la elaboración de artesanías, fertilizantes y otros productos. Además, se podría realizar una campaña de concientización para motivar a las personas a recolectar el lirio en vez de desecharlo. Con esto se impediría que el lirio tenga todo su ciclo de vida en el cuerpo de agua causando afectaciones, y al ser una especie con gran versatilidad, esta se podría replantar, cosechar, usándola con fines económicos. Además, al retirar el lirio se realiza también fitorremediación, al extraer metales pesados que esta planta bioacumula de manera natural.

## JALISCO, CON ALTO POTENCIAL POR SU NÚMERO DE HUMEDALES

Jalisco proporciona casi el 10% de humedales inscritos como sitio Ramsar en México y el 5% de humedales potenciales y ocupa el primer lugar en materia del número de sitios Ramsar según información de INEGI.

Se tiene diversas propuestas de aprovechamiento de estas áreas para el estado, ya que en él se encuentran 123 humedales potenciales; 13 de ellos se encuentran protegidos como sitios Ramsar:

- Siete lagunas: Sayula, Zapotlán, Atotonilco, Chalacatepec, Barra de Navidad, Xola-Paramán y el Lago de Chapala.
- Tres esteros: El Chorro, Majahuas y La Manzanilla.
- Una presa: La Vega.
- Una reserva de la biosfera: Chamela-Cuixmala.
- Un sistema estuarino lagunar: Agua Dulce-El Ermitaño.

## CONCLUSIÓN

Ramsar no es sólo un sistema de clasificación de humedales, es un tratado intergubernamental que compromete a la acción nacional con la cooperación internacional para la «conservación y el uso racional de estos». El uso racional podría garantizar el bienestar de los humedales y sus localidades. Para lograr esto es necesario llevar a cabo monitoreos constantes que no sólo aportarían conocimiento científico sino también favorecerían acciones sanitarias, de manejo, y como línea base para estrategias de desarrollo.

El aprovechamiento racional, así como la mediación son herramientas viables para lograr los objetivos mencionados para estos sitios, lo cual va permitir obtener beneficios económicos, ecológicos y sociales. Por ejemplo, la infraestructura hotelera que hoy en día existe puede ser considerada como una problemática que daña los humedales, sin embargo, puede plantearse una mediación y utilizarse

como una vía a la sustentabilidad mediante una transformación paulatina. Sumado a eso se debe de buscar no afectar más los humedales con la futura construcción de desarrollos turísticos. Es importante que se trabaje con los humedales partiendo con el panorama como tiene evitando a toda costa incrementar la afectación, así el camino a la búsqueda de soluciones será más factible.

Los humedales son importantes por todos los beneficios ecológicos que aportan; sin embargo, una asignación o un título como Ramsar no debe de limitarlos y tenerlos en el olvido, sino todo lo contrario. Esto puede hacerse realidad por medio de la implementación de estrategias sustentables e involucrando todos los sectores sociales y políticos.

## LITERATURA RELEVANTE

- Aznar-Bellver, J. y Estruch-Guitart, A.V. (2015). *Valoración de activos ambientales: teoría y casos*. 2da ed. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Dahl, T.E. y Stedman, S.M. (2013). *Status and trends of wetlands in the coastal watersheds of the Conterminous United States 2004 to 2009*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service and National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.
- Leadley, P.W., Krug, C.B., Alkemade, R., Pereira, H.M., Sumaila U.R., Walpole, M., Marques, A., Newbold, T., Teh, L.S.L., van Kolck, J., Bellard, C., Januchowski-Hartley, S.R. y Mumby, P.J. (2014). *Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An Assessment of Biodiversity Trends, Policy Scenarios and Key Actions*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. Technical Series, 78.
- Ramsar (2015). Ficha Informativa. Nota Informativa Ramsar 7. Convención sobre los Humedales. Marzo 2015. Consultado el 18 de agosto 2023. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>
- . (2020). Ficha Informativa. Convención sobre los Humedales. Consultado el 18 de junio 2023. [ficha\\_informativa\\_1-4\\_esp.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ficha_informativa_1-4_esp.pdf) (ramsar.org)
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-022. Preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Consultado el 4 de julio de 2023. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/57522/NOM-022-SEMAR-NAT-2003-2013.pdf>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). La organización ambiental más antigua y más grande del mundo, con más de 1.200 miembros en todo el planeta, entre los que se incluye Ramsar. Consultado el 18 de junio 2023. [https://www.iucn.org/es/sobre/union/miembros\\_es/\\_quienes\\_son\\_los\\_miembros\\_de\\_la\\_uicn\\_/base\\_de\\_datos\\_de\\_los\\_miembros/](https://www.iucn.org/es/sobre/union/miembros_es/_quienes_son_los_miembros_de_la_uicn_/base_de_datos_de_los_miembros/)

# Carisma y alas escamosas: diversidad de mariposas diurnas en el Centro Universitario de la Costa

Andres Gutierrez-Amaral<sup>1,2</sup>, Elisa Bueno-Alvarado<sup>1,2</sup>,  
Miriam Roxana Delgado-Rodríguez<sup>1,2</sup> y Sandra Quijas<sup>1\*</sup>

**RESUMEN:** Desde el siglo XIX, se han realizado expediciones en la región Bahía de Banderas (Jalisco-Nayarit), con la finalidad de conocer la riqueza y composición de mariposas diurnas y polillas. Las expediciones generaron colecciones científicas, difícilmente accesibles a la población en general y que escasamente forman parte de algún estudio publicado. Por tal motivo, como laboratorio nos hemos propuesto generar proyectos que abonen al conocimiento de las mariposas diurnas de la región de Bahía de Banderas, al estudiar sus patrones de distribución, sus interacciones ecológicas con plantas y el efecto de la creciente urbanización sobre las poblaciones. Dentro de la región, el Centro Universitario de

la Costa (CUC) es uno de los sitios de estudio, con registro de 80 especies pertenecientes a 60 géneros y seis familias, que representan el 15% de las especies que se estima existen en la región. La información ecológica y colección científica generadas a partir de los diferentes proyectos se han presentado en eventos de divulgación científica y educación ambiental dentro y fuera del CUC, como son conferencias y talleres a estudiantes de primaria, preparatoria y licenciatura, asociaciones civiles y población en general, abonando al conocimiento y la conservación de estos bellos y carismáticos organismos.

*Palabras claves:* lepidópteros, riqueza, interacciones, urbanización, educación ambiental.

Recibido: 15/01/2024

Aceptado: 25/01/2024

Publicado: 01/02/2024

<sup>1</sup> Laboratorio de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

<sup>2</sup> Licenciatura en Biología, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

\* Autor de correspondencia: [sandra.qfonseca@academicos.udg.mx](mailto:sandra.qfonseca@academicos.udg.mx)

## ¿QUÉ SON LAS MARIPOSAS?

Las mariposas diurnas y nocturnas (polillas), pertenecen al grupo de los lepidópteros, siendo el segundo grupo de insectos más numeroso y bello del planeta. Los insectos son el grupo más diverso, con más de un millón de especies, el 38% pertenecen al orden Coleoptera (escarabajos) y 16% al orden Lepidoptera. El término *Lepidoptera* proviene del griego *lepis* (ala), *pteron* (escama). Por tanto, las mariposas diurnas y polillas tienen alas cubiertas de pequeñas escamas. El tipo de antena ayuda a diferenciar una mariposa y una polilla; en la mayoría de las mariposas se puede observar que las antenas terminan con la punta engrosada en forma de maso y en el caso de las polillas estas tienen antenas plumosas o ramificadas. Pocos seres vivos alcanzan tal variedad de diseños, formas, colores, tamaños, estilos de vuelo y estrategias de supervivencia como las mariposas y polillas. Algunas especies no sobrepasan los 2 mm, mientras que otras especies superan los 30 cm de ala a ala. La importancia biológica y ecológica de los lepidópteros radica en su función como polinizadoras de plantas, fuente de alimento para diversos mamíferos, insectos, anfibios y aves, controladores de poblaciones vegetales, y suelen ser usadas como bioindicadores ecológicos por su alta sensibilidad a las condiciones meteorológicas, disturbios y cambios en el ecosistema.

Los lepidópteros se originaron en la época en que se desarrollaron las primeras plantas con flores sobre la superficie terrestre. Recientemente, en el norte de Alemania fueron encontrados delicados fósiles de mariposas y polillas antiguas, de al menos hace 200 millones de años, con presencia de escamas en las

alas de contornos y márgenes característicos, así como de una estructura de la boca en forma de tubo que actualmente se conoce como probóscide. Algunos fósiles de las polillas presentan bocas con partes mandibulares (mordaces), lo que indica que comían el polen desde hace 190 millones de años. Se cree que los antiguos lepidópteros pudieron haber evolucionado primero sus tubos largos tipo probóscide para absorber cualquier líquido disponible en el ambiente. Posteriormente, las piezas bucales de succión altamente modificadas de las mariposas y polillas modernas evolucionaron a medida que las plantas con flores se diversificaron, aproximadamente hace 100 millones de años. En tanto que, los mejores fósiles de las mariposas diurnas fueron encontrados en los famosos lechos de Florissant de América del Norte que datan de hace 34 millones de años. Desde entonces, la evolución de los lepidópteros y las plantas han seguido caminos paralelos debido a los fenómenos de simbiosis, como el mutualismo, que existen entre ambos y que los ha llevado a una coevolución.

## LAS MARIPOSAS Y POLILLAS EN LAS CULTURAS PREHISPÁNICAS

Los lepidópteros, tanto mariposas como polillas, son los insectos más representados y difundidos en el arte mexicano desde 2500 a. C., hasta 200 d. C. (llamado periodo preclásico) hasta la actualidad. En Teotihuacán, los incensarios de barro tenían los lepidópteros que representaban una flama y al lado del dios viejo del fuego Huehuetéotl. En los pueblos de Tula y Chichén Itzá, la mariposa era usada en los diseños de vasijas de barro y como distintivo de los dirigentes. Los mayas consideraban



a las mariposas como las almas de guerreros muertos en sacrificios o batallas. Los mexicas consideraban a las mariposas como las almas de los niños o de los guerreros que visitaban la Tierra desde el Tlalocan, en formas hermosas y coloridas. En particular, los mexicas consideraban que los muertos convertidos en mariposas visitaban a sus familias y parientes para protegerlos de los males que los aquejaban. Esto ocurría cuando las mariposas volaban y obtenían el néctar de las flores que se encontraban alrededor de la casa, por ello los mexicas consideraban que se debía inhalar el aroma de las flores por un costado, debido a que la parte

de arriba estaba reservada para que las almas de los muertos, encarnados en mariposas, disfrutaban oliendo la flor libremente. Para los huicholes o wixárikas, grupo indígena dominante en la región de Bahía de Banderas, las mariposas significan buena suerte, pero también representa el espíritu de alguien que ha muerto, sobre todo cuando aparece una nueva mariposa, considerándolo la siguiente forma del alma (Figura 1). Los huicholes nombran *kupy* a cualquier tipo de mariposa y polilla; mientras que a la especie *Morpho plyphemus*, o gran morfo blanco, le llaman *huatoja*.



**Figura 1.** Presencia de mariposas diurnas junto con personajes huicholes en murales de la ciudad de Puerto Vallarta (izquierda) y Bucerías (derecha).

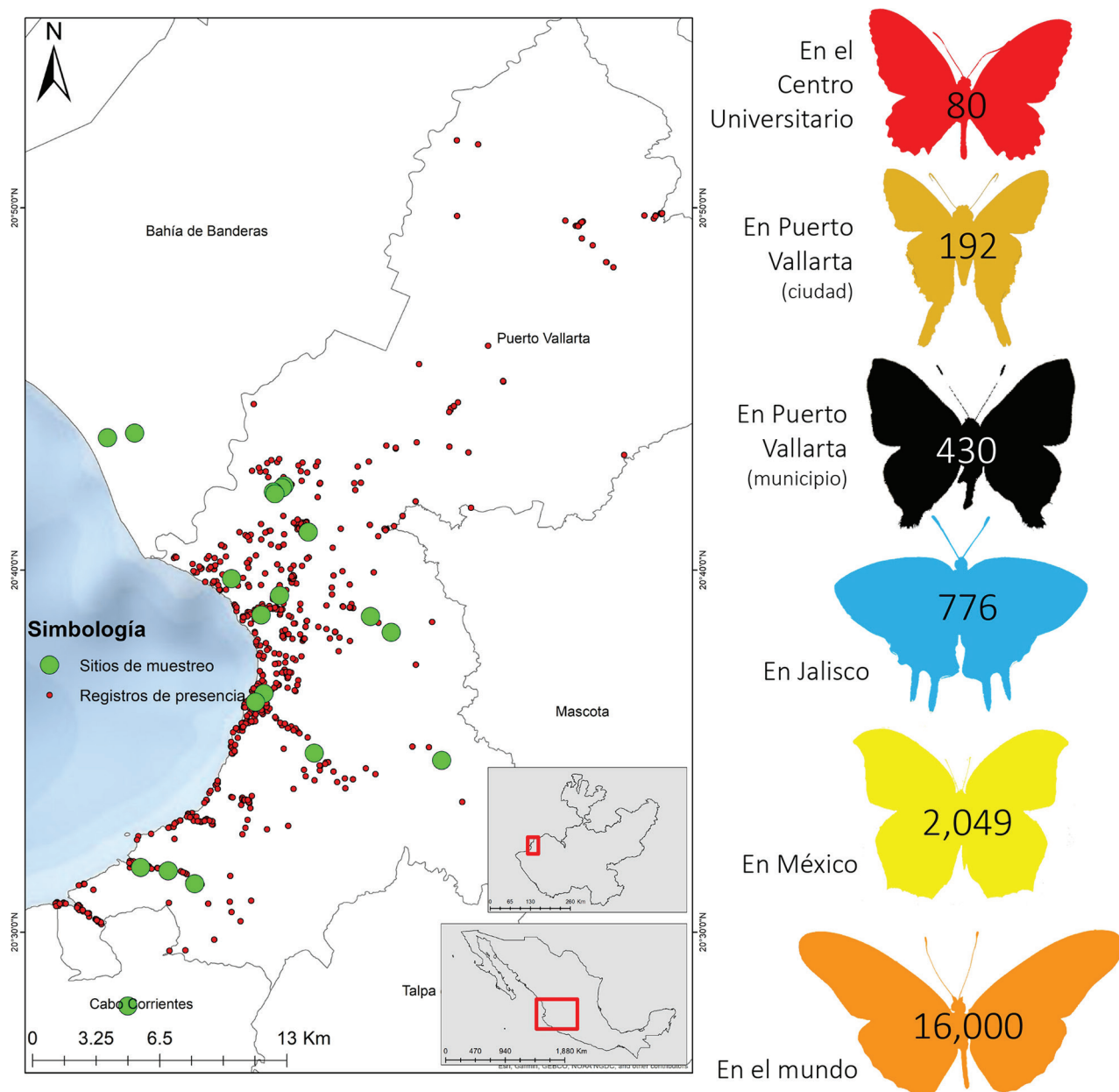
## PRIMEROS ESTUDIOS DE MARIPOSAS DIURNAS EN LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO Y NAYARIT

El estudio de las mariposas en México se divide en diferentes etapas, desde las Reales Expediciones Científicas del siglo XVIII hasta la actualidad, con la finalidad de reconocer la biodiversidad y la conservación de los hábitats naturales. Los ejemplares tipo de los lepidópteros mexicanos se alojan en colecciones de 30 instituciones, museos y universidades de todo el mundo, entre las más importantes destacan las que se encuentran en el Museo Británico de Historia Natural de Londres, en el Museo Nacional de Historia Natural en Washington, D.C., en el Centro McGuire para Lepidoptera y Biodiversidad ligado a la Universidad de Florida en Gainesville, en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York y la Colección Nacional de Insectos que se encuentra en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México de la Ciudad de México.

De acuerdo con los expertos en el grupo, el análisis exhaustivo de la literatura publicada de Lepidoptera para México y la revisión de la megabase mariposa que cuenta con más 500,000 registros y ejemplares, albergada en la Universidad Nacional Autónoma de México, en cifras resumidas, se estima que México contiene 23,750 especies de Lepidoptera, con cerca de 14,500 descritas y documentadas, de las cuales 2,049 especies son mariposas diurnas, con el 29.7% de las especies presentes en Jalisco. Jalisco y Nayarit representan el 28% de la fauna total de mariposas a nivel nacional siendo el número ocho y 14 en riqueza de lepidópteros, con 776 y 782 especies y subespecies, respectivamente (Figura 2).

Para Jalisco, el conocimiento de las mariposas se basa en la literatura publicada de 1879 hasta 2014, y de las colecciones realizadas con fines científicos por entomólogos y colectores especializados, que se encuentran en 11 instituciones o museos de Estados Unidos y México. Bahía de Banderas, Puerto Vallarta y Mismaloya, son las áreas más ricas en mariposas, en las cuales se registró el 80% de especies endémicas del área occidental de México. Por ahora, se considera que sólo se han encontrado del 80 al 85% de las especies que se pueden hallar en el estado. Las mariposas de Nayarit han recibido muy poca atención para su estudio. El 5% de las especies reportadas son exclusivas para este estado. Para Bahía de Banderas se estima que existen 505 especies de mariposas, mientras que para el río Mismaloya puede ser de 430, a pesar de ser una de las zonas del estado mejor conocidas, sólo se conoce el 75% de la riqueza de mariposas. Para Nuevo Nayarit y Bucerías se han registrado 81 y 59 especies, respectivamente. La tercera parte del estado de Nayarit, la inaccesible gran área del noroeste, permanece virtualmente desconocida para las mariposas, con una alta probabilidad de encontrar nuevas especies por la gran influencia faunística de la Sierra Madre Occidental.

Actualmente, el registro de los lepidópteros por parte de los ciudadanos y naturalistas en las plataformas ciencia ciudadana, como Enciclovida y Naturalista, ha ayudado a incrementar el conocimiento sobre este carismático grupo (Figura 2). Por ejemplo, en el municipio de Puerto Vallarta se han registrado 2,504 ejemplares de mariposas diurnas en medio silvestre y urbano, pertenecientes a 253 especies.



**Figura 2.** Registro de mariposas diurnas en el municipio de Puerto Vallarta, así como el número de especies y subespecies a distintas escalas espaciales.

## LAS MARIPOSAS DIURNAS DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA

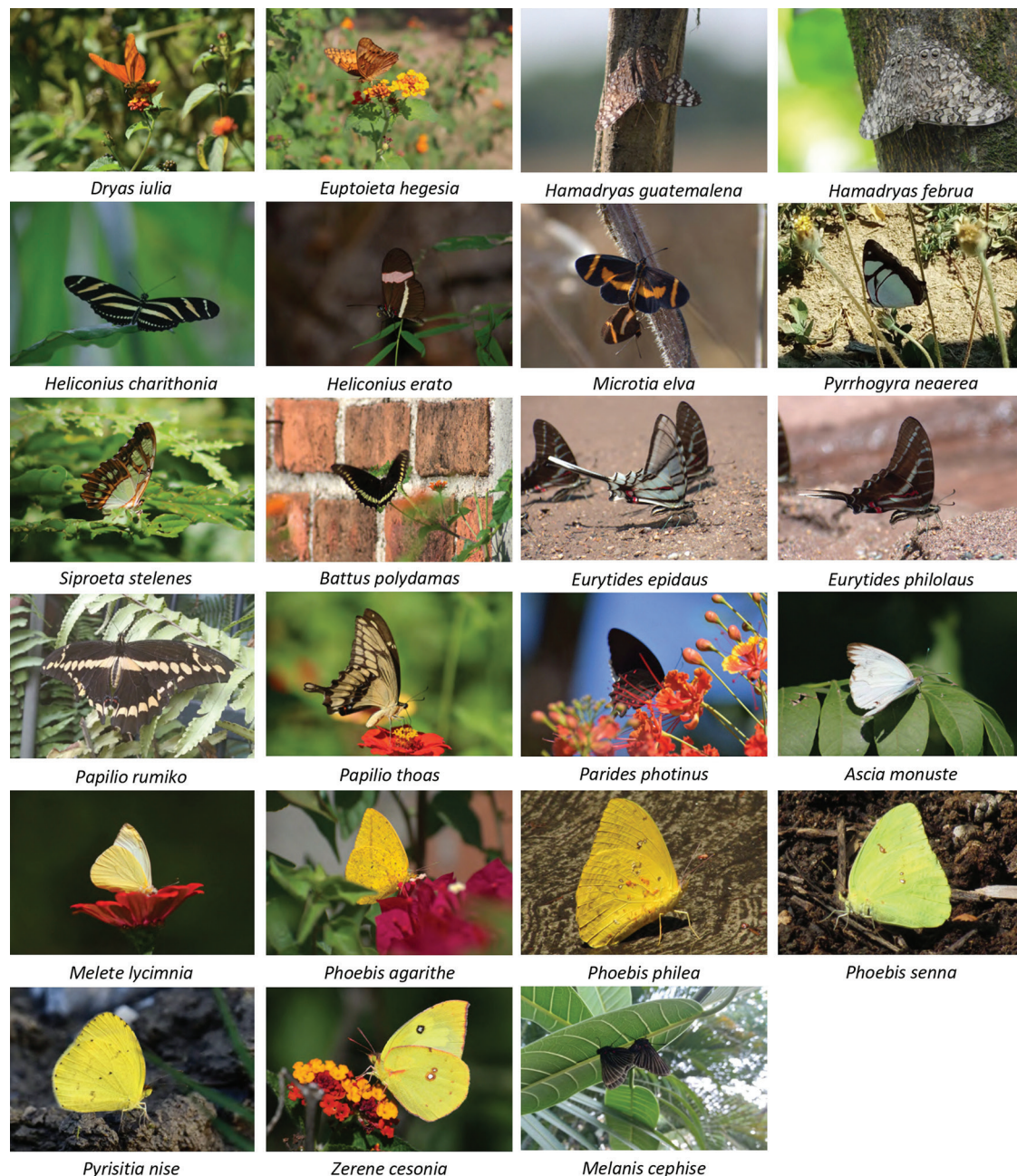
El Centro Universitario se encuentra en el municipio de Puerto Vallarta, Costa Norte de Jalisco, región caracterizada por su alta hete-

roogeneidad ambiental, que a su vez es producto de una historia geológica y climática muy compleja. El 61.8% (6.7 ha) de la superficie del Centro Universitario son áreas construidas o proyectadas para crecimiento, mientras que el restante 38.2% (4.15 ha) son áreas verdes.



En las áreas verdes se pueden encontrar más de 160 especies de epifitas, hierbas, arbustos y árboles con flores que sirven de alimento a 80 especies de mariposas diurnas (Figuras 3 y 4), pertenecientes a 60 géneros y seis familias, que

representan cerca del 15% de las especies que existen en la región (Tabla 1). Durante los tres últimos años, en el Laboratorio de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Departamento de Ciencias Biológicas se han estudiado



**Figura 3.** Mariposas diurnas de las familias Nymphalidae, Pililionidae, Pieridae y Riodinidae observadas en el Centro Universitario.





**Figura 4.** Mariposas diurnas de las familias Hesperiiidae, Lycaenidae y Nymphalidae observadas en el Centro Universitario.

Tabla 1. Listado de las especies de mariposas diurnas observadas en el Centro Universitario de la Costa.

No.	Familia	Especie	No.	Familia	Especie
1	Hesperiidae	<i>Ancyloxypha arene</i>	36	Nymphalidae	<i>Cissia similis</i>
2	Hesperiidae	<i>Astraptes anaphus</i>	37	Nymphalidae	<i>Consul fabius</i>
3	Hesperiidae	<i>Astraptes fulgerator</i>	38	Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i>
4	Hesperiidae	<i>Autochton potrillo</i>	39	Nymphalidae	<i>Danaus gilippus</i>
5	Hesperiidae	<i>Callimormus saturnus</i>	40	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus</i>
6	Hesperiidae	<i>Chioides albofasciatus</i>	41	Nymphalidae	<i>Dione junio</i>
7	Hesperiidae	<i>Cogia cajeta</i>	42	Nymphalidae	<i>Dione moneta</i>
8	Hesperiidae	<i>Cymaenes trebius</i>	43	Nymphalidae	<i>Dryas iulia</i>
9	Hesperiidae	<i>Elbella scylla</i>	44	Nymphalidae	<i>Euptoietia hegesia</i>
10	Hesperiidae	<i>Erynnis funeralis</i>	45	Nymphalidae	<i>Hamadryas amphinome</i>
11	Hesperiidae	<i>Heliopetes laviana</i>	46	Nymphalidae	<i>Hamadryas guatemalena</i>
12	Hesperiidae	<i>Mysoria affinis</i>	47	Nymphalidae	<i>Hamadryas februa</i>
13	Hesperiidae	<i>Panoquina ocola</i>	48	Nymphalidae	<i>Heliconius charithonia</i>
14	Hesperiidae	<i>Polites vibex</i>	49	Nymphalidae	<i>Heliconius erato</i>
15	Hesperiidae	<i>Pyrgus oileus</i>	50	Nymphalidae	<i>Hermeuptychia sosybius</i>
16	Hesperiidae	<i>Quasimellana eulogius</i>	51	Nymphalidae	<i>Historis odius</i>
17	Hesperiidae	<i>Spathilepia clonius</i>	52	Nymphalidae	<i>Microtia elva</i>
18	Hesperiidae	<i>Spicauda procne</i>	53	Nymphalidae	<i>Morpho polyphemus</i>
19	Hesperiidae	<i>Systasea pulverulenta</i>	54	Nymphalidae	<i>Phyciodes graphica</i>
20	Hesperiidae	<i>Urbanus dorantes</i>	55	Nymphalidae	<i>Phyciodes pallescens</i>
21	Hesperiidae	<i>Urbanus proteus</i>	56	Nymphalidae	<i>Siproeta stelenes</i>
22	Hesperiidae	<i>Urbanus esmeraldus</i>	57	Papilionidae	<i>Battus laodamas</i>
23	Hesperiidae	<i>Xenophanes tryxus</i>	58	Papilionidae	<i>Battus polydamas</i>
24	Lycaenidae	<i>Arawacus sito</i>	59	Papilionidae	<i>Eurytides epidaus</i>
25	Lycaenidae	<i>Cupido comyntas</i>	60	Papilionidae	<i>Papilio rumiko</i>
26	Lycaenidae	<i>Hemiargus ceraunus</i>	61	Papilionidae	<i>Papilio thoas</i>
27	Lycaenidae	<i>Pseudolycaena damo</i>	62	Papilionidae	<i>Parides photinus</i>
28	Nymphalidae	<i>Adelpha basiloides</i>	63	Papilionidae	<i>Parides montezuma</i>
29	Nymphalidae	<i>Adelpha iphicleola</i>	64	Pieridae	<i>Ascia monuste</i>
30	Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae</i>	65	Pieridae	<i>Anteos clorinde</i>
31	Nymphalidae	<i>Anartia fatima</i>	66	Pieridae	<i>Anteos maerula</i>
32	Nymphalidae	<i>Anartia jatrophae</i>	67	Pieridae	<i>Eurema दौरا</i>
33	Nymphalidae	<i>Anthanassa tucis</i>	68	Pieridae	<i>Ganyra josephina</i>
34	Nymphalidae	<i>Chlosyne eumeda</i>	69	Pieridae	<i>Melete lycimnia</i>
35	Nymphalidae	<i>Chlosyne theona</i>	70	Pieridae	<i>Phoebis agarithe</i>

continúa en la página siguiente...



No.	Familia	Especie
71	Pieridae	<i>Phoebis philea</i>
72	Pieridae	<i>Phoebis senna</i>
73	Pieridae	<i>Pyrisitia nise</i>
74	Pieridae	<i>Zerene cesonia</i>

sus patrones de distribución en la región (municipios de Cabo Corrientes, Puerto Vallarta y Bahía de Banderas), las interacciones entre plantas y visitantes florales (incluidas las mariposas diurnas) a lo largo del tiempo, identificando a las especies clave para mantener las interacciones ecológicas, así como el grado en que se ven afectadas las poblaciones por la creciente urbanización en la región.

LAS MARIPOSAS MÁS ALLÁ DEL CU-COSTA: ACTIVIDADES DE DIVULGA-CIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

La colección científica de las mariposas diurnas y generada a partir de los diferentes pro-

No.	Familia	Especie
75	Riodinidae	<i>Anteros carausius</i>
76	Riodinidae	<i>Lasaia sula</i>
77	Riodinidae	<i>Melanis cephise</i>
78	Riodinidae	<i>Melanis pixe</i>

yectos del Laboratorio de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, se ha presentado en eventos de divulgación y difusión ambiental, como son coloquios y ferias ambientales regionales (Figura 5). Los eventos han sido organizados por distintos organismos como la Dirección de Ecología del Gobierno municipal de Bahía de Banderas, Comité del Parque Estatal Estero El Salado (en Puerto Vallarta) y Santuario de cocodrilos El Cora (en Bahía de Banderas) y el Parque Nacional Islas Marietas de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ha sido de gran relevancia la asistencia a estos eventos, porque se da a conocer a los habitantes locales y regionales la importancia biológica y ecológica de las mariposas.



Figura 5. Actividades de divulgación y educación ambiental relacionadas con las mariposas diurnas de la región de Bahía de Banderas.

Entre la información que más atrae a los participantes es saber cuántas mariposas distintas hay en la ciudad (Puerto Vallarta o Bahía de Banderas), aspectos de los ciclos de vida, temporada de mayor cantidad de mariposas, qué tanto pueden volar (frecuencia de vuelo) y su función en los ecosistemas naturales o antrópicos, además de algunas recomendaciones de qué hacer en caso de que entre alguna a casa o de qué plantas se pueden tener en los jardines para atraerlas y generar un pequeño jardín de polinizadores.

Las actividades de educación ambiental han involucrado a grupos de niños y estudiantes de diferentes edades, que van desde menores de 5 años pertenecientes a un grupo de scouts a estudiantes de preparatoria y licenciatura. La charla y actividades están enfocadas en hablarles sobre diversos aspectos biológicos y ecológicos de las mariposas, así como mostrarles la colección científica que cuenta con aproximadamente 300 de ejemplares de 83 especies de mariposa que habitan en la región, este siempre ha sido el gran atractivo de cualquier modalidad de difusión que usamos.

## CONCLUSIONES

Los lepidópteros diurnos, sin duda son un grupo de gran importancia tanto por su intrincada historia evolutiva con las plantas que ha dado como resultado servicios ecosistémicos indispensables para el desarrollo de los ecosistemas terrestres como los conocemos; sino también, por formar parte en la identidad cultural de los grupos indígenas de México, siendo inspiración de creencias y rituales. En este sentido, la relación cultural que tenemos con los lepidópteros diurnos, y su rol ecosistémico,

han posicionado a este grupo como uno de especies carismáticas. De esta manera, a más de un siglo del comienzo de la documentación formal de la diversidad de lepidópteros diurnos en Jalisco y la región Bahía de Banderas-Puerto Vallarta, y ante la gran riqueza de especies y endemismos encontrados, resulta atinado continuar con su estudio desde un enfoque que responda a las condiciones actuales que tienden a la antropización de los ambientes, como sucede en esta región y puede observarse en el Centro Universitario de la Costa. Es importante que se siga aportando al conocimiento y conservación de este grupo mediante la elaboración de material de consulta como literatura y colecciones entomológicas que, actualmente, es preciso sean accesibles para especialistas y público general. Para lograr tal objetivo, es valioso no perder de vista el carisma atribuido a las mariposas diurnas, ya que supone una gran oportunidad para la participación social, lo que fortalece las acciones de conservación de este grupo.

## AGRADECIMIENTOS

Los coautores de este trabajo agradecemos a Adamary Camacho, Jazmin Arechiga, Paola Vargas, Jesús Serrano, Jasiel Salcedo, Eduardo Gómez, Luis Enrique Cano, Melissa Borri, Paola Casas, Eugenio Osoria, Tahamara Esquivel, Pablo Cuevas e Ismael Huerta por su ayuda en los censos de las mariposas dentro del Centro Universitario y al Dr. Fabio Germán Cupul Magaña por su apoyo y préstamo de las guías para la identificación de las mariposas. Un especial agradecimiento a los siguientes naturalistas que nos permitieron usar sus fotografías para mostrar las mariposas diurnas del Centro

Universitario: Rafael García de Quevedo Machain (especies *Arawacus sito* y *Chlosyne theona*), Ken Kertell (*Chlosyne eumeda*), Alex Chi Borges (*Hamadryas februa*), Alejandra Vázquez (*Phoebis philea*), Alfredo Dorantes Euan (*Phoebis sennae*), Roberto González (*Pyrisitina*) e Ignacio A. Rodríguez (*Zerene cesonia*).

## LITERATURA RELEVANTE

- Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B.C., y Warren, A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (Supl.), 353-371.
- Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega M., Salinas-Gutiérrez, J.L. y Warren, A.D. (2021). Mariposas diurnas (suborden Rhopalocera). En A. A. Cruz, M.J. Cruz, C.K.C. Nájera, E.D. Melgarejo, F.J.A. Soriano, U. E. Y. Flores (coords.). *La biodiversidad en Nayarit. Estudio de estado* (vol. II, pp. 159-165). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Nayarit.
- Michán, L., Llorente-Bousquets, J., Luis-Martínez, A., y Castro, D.J. (2004). Breve historia de la taxonomía de lepidoptera en México durante el siglo xx. En J. Llorente-Bousquets, J. Morrone, O. Yáñez-Ordoñez, y I. Vargas-Fernández (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* (vol. IV, pp.5-41). Facultad de Ciencias-UNAM.
- Ramírez-Restrepo, L., y MacGregor-Fors, I. (2017). Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban ecosystems*, 20, 171-182.
- Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Llorente, J. B., y Warren, A. D. (1996). Butterflies of the State of Jalisco, Mexico. *Journal of the Lepidopterists Society*, 50(2), 97-138.
- Warren A.D. y Llorente-Bousquets, J. (1999). Butterflies of Mismaloya, Jalisco and adjacent parts of Banderas Bay and Southern Nayarit Mexico. *Dugesiana*, 6(1), 17-32.

## Volantes peregrinos...

Alfonso Silva Lee

**RESUMEN:** Aunque las aves y los murciélagos son los vertebrados voladores más conocidos, la naturaleza ha experimentado con otras estrategias de vuelo en reptiles, anfibios, mamíferos e incluso peces. Mediante adaptaciones morfológicas y fisiológicas diversas, estos animales han desarrollado la capacidad de planear y en algunos casos incluso de realizar un vuelo activo. Entre los reptiles, varias especies de lagartos cuentan con costillas modificadas que sostienen membranas laterales, como alas rígidas, que les permiten planear. Por su parte, diversas ranas arborícolas de África y Asia tienen dedos largos unidos por membranas interdigitales que funcionan como superficies aerodinámicas. En el caso de los mamíferos planeadores, como las ardillas voladoras, aprovechan los pliegues elásticos de su piel. Los peces voladores han transformado sus aletas pectorales en verdaderas alas. Incluso hay registros de calamares capaces de

planear combinando el uso de sus aletas con la extensión de sus tentáculos. En todos estos casos, la convergencia evolutiva ha dado soluciones sorprendentemente similares entre taxones muy distantes, guiada por la presión selectiva de adaptarse a la vida arborícola y la necesidad de trasladarse entre sustratos elevados. La capacidad de vuelo, aunque limitada, les confiere una importante ventaja ecológica frente a depredadores y para acceder a nuevos recursos.

*Palabras clave:* vuelo, planeo, reptiles, anfibios, evolución.

### PROFESIONALES DEL AIRE

Cuando a alguien se le pregunta qué animales vuelan, la respuesta que primero le viene a la mente es, por supuesto, «los pájaros». Pocos segundos después quizás añadiría «... y los murciélagos». De tan comunes que son en

Recibido: 14/11/2023

Aceptado: 09/01/2024

Publicado: 01/02/2024

Alfonso Silva Lee. La Habana, 1945. Master of Sciences, biólogo-zoólogo (ictiología), 1970, Universidad Estatal de Moscú (Lomonosov). Autor o coautor de libros y numerosos artículos científicos.

cualquier paisaje –durante el día; y en la noche– ambos grupos de voladores se han vuelto parte integral de la vida, tan normales como las lomas, los ríos y los árboles.

Los zoólogos están bastante convencidos de que las diez mil especies de aves y el millar y pico de murciélagos derivaron, respectivamente, de *una* especie de dinosaurio plumado y de *un* mamífero saltarín arbóreos. Desde lo alto, cuando se veían perseguidos, se tiraban al suelo.

Podemos suponer que en la mayoría de los casos no se hacían el menor daño, pues eran pequeños, y en el suelo siempre había un colchón de hojarasca... En la actualidad, y por el mismo motivo, las iguanas y las ratas hacen exactamente lo mismo.

Hasta el día de hoy, hay dudas acerca de cuál pudo haber sido el incentivo para el vuelo. Existen tres hipótesis. Extender unas extremidades delanteras plumadas quizás sirvió para: 1) frenar un poco las caídas desde lo alto, 2) permitir un mayor impulso durante las carreras por el suelo, o 3) asistir el ascenso por el tronco de los árboles. También se podría pensar, por supuesto, que este trío de bondades haya actuado de forma simultánea. En el caso de los murciélagos, vale solo la primera opción.

Los fósiles indican que la inauguración del vuelo ocurrió hace unos 150 millones de años en el caso de las aves, y hace alrededor de 60 m. a. en el de los murciélagos. Aun cuando percibamos a estos animales como si fueran una obra acabada y en extremo «natural», las habilidades de sus precursores para moverse por el aire debieron haber sido, al principio, precarias y azarasas.

Las alas de las aves fueron antes patas delanteras; y los huesos y músculos que las for-

man y mueven son exactamente los mismos que permitieron a sus antecesores caminar y correr.

Algunas «piezas» fueron muy modificadas; y otras, suprimidas. Cuando tengas en las manos tu próxima ala de pollo –que es típica de las demás aves– y le hayas quitado toda la carne con tus dientes, verás lo difícil que es reconocer, en la punta, la mano de su lejano predecesor. Los fósiles nos dicen que los primeros dinosaurios-casi-aves tenían tres o cuatro dedos en cada mano, cada uno compuesto por varios huesos; pero a las aves vivientes ahí les quedan, apenas, unos huesillos cortos y puntiagudos que no califican como dedos.

En los murciélagos la adaptación al vuelo tomó un camino diferente: la amplia superficie que les permite viajar por el aire está compuesta no por plumas, sino por un trecho de piel delgada, que extienden gracias a cuatro dedos larguísimos, cada uno compuesto por tres huesillos. El principio de su equipo de vuelo es comparable con la estructura de un paraguas abierto: unas pocas varillas y mucha tela...

Con esto damos por terminada nuestra atención a los vertebrados voladores habituales.

## AVENTURAS HACIA EL ARTE DE PLANEAR

A continuación, atenderemos diversas especies cuyos ejercicios hacia el universo del vuelo ha sido parcial: planean, pero no pueden permanecer en el aire mucho más de un puñado de segundos, ni de recorrer distancias mayores de, digamos, medio centenar de metros. Están a medio camino entre volar y no volar. Comoquiera, los recursos de los que se han valido para lograr su destreza son admira-



bles. También atenderemos el más espectacular intento de vuelo de todos los tiempos, que fue exitoso durante muchos millones de años, pero ya no está con nosotros.

## LAGARTOS VOLADORES

A pesar de que la experiencia diaria nos dice que los lagartos y las serpientes (o saurios y ofidios), al igual que las tortugas y los cocodrilos, siempre avanzan con la panza cerca del suelo o la arrastran..., algunos lagartos, conocidos como «dragones voladores» y pertenecientes a la numerosísima familia Agamidae (con más de quinientas especies, todas viejomundistas), son expertos planeadores.

Los agámidos son bastante parecidos a las lagartijas de los jardines nuevomundistas, pero algo cabecigrandes; y cuatro decenas de ellos han desarrollado un sistema de «alas» muy extravagante... de esos que, de no existir, daríamos por imposible. Su aparato de vuelo consta de cinco pares de costillas larguísimas; y cada quinteto de varillas está unido por un «exce-

so» de piel que se abre a la manera de un abanico. Expanden un par de abanicos-alas.

Al género que agrupa las cuatro decenas de agámidos voladores le pusieron el nombre de *Draco*, que es como los griegos de la antigüedad llamaban a los dragones de su mitología. Y es que, ciertamente, parecen versiones miniaturizadas de un reptil fantasmagórico.

Los dragones voladores son estrictamente arbóreos, y están distribuidos por todo el sureste de Asia, incluidas Nueva Guinea y las numerosas islas del archipiélago indonesio. Como es de suponer, todos son pequeños (el cuerpo de la especie mayor apenas alcanza unos 20 cm) ... y en extremo delgados. Cualquiera diría que siguen una dieta muy estricta.

Ningún dragón volador logró generar una musculatura que le permita batir sus «alas». Eso, como dice el dicho, «serían otros veinte pesos». Aunque la evolución ha demostrado ser capaz de producir fenómenos muy difíciles de imaginar, las costillas de los vertebrados parecen estar condenadas a trabajos leves. Los dragoncillos se limitan planear de rama en rama. Pero lo hacen muy bien: son capaces de trasladarse por el aire hasta distancias de 60 m, en cuyo viaje apenas pierden unos 10 m de altura. Son tan arbóreos, que sólo las hembras bajan al suelo, por espacio de algunos minutos, para poner los huevos.

La historia del linaje de los *Draco* es obvia: derivó de la ventaja que tenían los individuos más capaces de ensanchar el cuerpo al momento de lanzarse al vacío. Los animales que lograban reducir la velocidad de la caída... y aterrizar justo en el sitio que les convenía, sobrevivían más a menudo..., y daban lugar a más descendientes con las mismas habilidades. En cada nueva generación prevalecieron los críos



Fuente: Con luzia.com

con las costillas más y más largas, y mejor empataadas por tramos de piel.

Los fósiles indican que el proto*Draco* surgió hace unos 60 m. a., y dio lugar a la profusión de especies que hoy vive por todo el sureste de Asia..., cuyos abanicos-alas están pintarrajeados de las más diversas maneras.

Otros dos lagartos, muy pequeños, diurnos, africanos y del género *Holaspis* (de la familia viejomundista Lacertidae, que reúne a trescientas especies), desarrollaron otro truco para frenar su descenso: son algo aplastados (tal parece que les hubieran pasado por encima un rodillo), y desarrollaron un esqueleto ligerísimo, compuesto por huesillos repletos de aire. Gracias a estas peculiaridades, se podría decir que casi son capaces de planear: caen a tierra con la suavidad de una pluma.

Varias especies de geos (o salamanguetas, salamancas; de la nutridísima familia Gekkonidae), han desarrollado la capacidad de planear, si bien para ello dependen no de «alas» soportadas por costillas, o por brazos y dedos, sino por haber aumentado el ancho del cuerpo. El desarrollo de esta adaptación casi era de esperar, pues hasta los geos nada voladores son expertos, al igual que los gatos, en el arte de retorcerse durante las caídas a fin de caer de pie: de esa manera amortiguan el golpe y están listos para emprender una carrera.

Los geos voladores o geos paracaidistas, pertenecientes al género *Ptychozoon*, también viven en el sureste de Asia. Tienen faldones de piel a los lados de la cabeza y el cuerpo, y los dedos tan unidos por una membrana como los de un pato. Además, presentan escamas anchas a ambos lados de la cola, cuya terminación es tan roma como una cuchara. Se han conocido trece especies, todas nocturnas y arbóreas. Su

nombre está bien merecido, pues son capaces de planear hasta unos 60 m de distancia, y de maniobrar en el aire a fin de frenar la caída y lograr un aterrizaje de primera.

En Europa y Madagascar se han hallado los fósiles de otros dos lagartos planeadores (ambos del género *Coelurosauravus*) de aspecto general muy parecido a los *Draco*. Pero no son sus antecesores: sus cráneos eran muy diferentes; y las alas, que fueron más anchas, estaban sustentadas por dos docenas de varillas, derivadas de una sola costilla. Aquellos saurios planeadores vivieron hace unos 260 m. a. y, por consiguiente, se iniciaron en el arte de volar cuarenta millones de años antes que los pájaros. Se cree que los *Coelurosauravus* planeaban aún mejor que los *Draco*, pero no se tiene la menor idea acerca de por qué se extinguieron.

En 1965, se encontró en Kirguistán un fósil, uno nada más, del más singular de los lagartos planeadores, *Sharovipterys mirabilis*. Pero su huella no podía ser más exacta; ni su posición en la roca, más perfecta. Ahí estaba el esqueleto entero..., y se podía notar el últi-



Fuente: Con luzia.com



mo detalle de cada hueso y de la membrana de sustentación. Para colmo, las cuatro extremidades estaban desplegadas como si lo hubieran colocado sobre una mesa para hacerle una radiografía.

*S. mirabilis* vivió hace unos 225 m. a., y su extravagancia consistió en haber sido el único lagarto que desarrolló alas de planeo ¡a partir de las extremidades posteriores! Esas patas eran mucho más largas de lo normal, y daban sostén a una superficie de vuelo en forma una media luna, idéntica a la de los modernos aparatos llamados «alas delta», contruidos para realizar vuelos sin motor. Lo de *mirabilis* le viene como anillo al dedo: fue tomado del latín, donde significa «asombroso»...

## SERPIENTES VOLADORAS

No obstante, los anteriores portentos, el paso evolutivo más inusual que dieron los vertebrados para valerse del vuelo pertenece a las serpientes..., que ni siquiera tienen extremidades. Para colmo, la falta de patas les ha vedado la posibilidad de ser saltarinas; y la de amortiguar el encontronazo con el suelo.

Muchas serpientes del Nuevo Mundo ocasionalmente trepan a los árboles en busca de ranas y lagartijas; y las boas pueden pasar días y hasta semanas encaramadas en un árbol a la espera de presas... o en el proceso de digerirlas. Otros ofidios, pertenecientes a los géneros *Oxybelis* (10 especies) y *Sibon* (18 especies), son arbóreos profesionales y en extremo delgados: aun cuando alcanzan hasta 2 m de longitud, el diámetro de su cuerpo nunca sobrepasa un par de centímetros. Son espaguetis trepadores.

Ningún ofidio nuevomundista alcanzó a frenar sus caídas a tierra; pero unos pocos de los viejomundistas son planeadores de profesión. De allí se han reconocido cinco especies voladoras (del género *Chrysopelea*), muy parecidas entre sí, que alcanzan, cuanto más, alrededor de un metro. Habitan el superparaíso de diversidad zoológica de los trópicos asiáticos, incluidas las islas de Sri Lanka, Indonesia y Filipinas.

En primer lugar, las *Chrysopelea* han desarrollado unas escamas ventrales más anchas de lo normal, cuyos bordes se afincan a las irregularidades de la corteza de los árboles: trepan con una agilidad asombrosa. Antes de iniciar un vuelo, sobrepasan un poco la punta de una rama y doblan la parte delantera del cuerpo. Luego la estiran con violencia y se impulsan al vacío.

En cuanto están en el aire, ponen a funcionar, al igual que los lagartos voladores, sus costillas. En su caso, sin embargo, no se trata de cinco pares de huesos extralargos, sino de decenas, aunque mucho más moderadas. Con esto, el cilíndrico ofidio se transforma en una cinta de vientre cóncavo. Con su nueva figura son capaces de cubrir distancias de hasta un centenar de metros, durante cuyo trayecto ondulan el cuerpo para maniobrar y aterrizar donde desean. El vuelo les permite eludir a los depredadores y, sobre todo, alcanzar con facilidad otros árboles cercanos, cuyas ramas inspeccionarán en busca de los murciélagos, roedores, lagartos, ranas y aves pequeñas que les sirven de alimento.

(Un aparte, en nada relacionado con el vuelo, ni con los reptiles. Es cuestión de costillas, y se trata de un anfibio... En la provincia de Zhejiang, China, vive un tritón (*Echinotriton*

*chinhaiensis*) que ha logrado dar a esos huesos una tarea excepcional. Se le conoce como tritón espinoso [y también como tritón de Chin-jai], pues tiene costillas tan puntiagudas como punzones. Al ser atrapado por algún carnívoro, las afiladas puntas atraviesan su propia piel e hincan el interior de la boca del hambriento. Y lo peor no son los pinchazos, sino los jugos que entonces escapan de la piel del tritón, los cuales, según dicen, le producen al atacante un dolor tan agudo, que enseguida lo ponen en libertad.)

## RANAS VOLADORAS

La movida evolutiva de las ranas hacia el vuelo era de esperar. Después de todo, la forma de andar de estos anfibios consiste en una serie de saltos que implican una caída tras otra, y la vida de las arbóreas conlleva la necesidad de saltar, de cuando en cuando, hasta otra rama distante... y la de lanzarse a tierra para evitar ser devoradas.

Al igual que los gatos y las salamancas, las ranas delgadas y saltarinas gozan de la habilidad para, una vez en el aire, maniobrar a fin de alcanzar una posición correcta –panza-abajo– y descender con las extremidades y los dedos desplegados al máximo. Eso produce una mayor resistencia al aire, reduce la velocidad de la caída y garantiza un aterrizaje menos atropellado. (Para comprobar lo anterior, podrías hacer el siguiente experimento. Si alguna vez tienes a mano una rana y una buena superficie de césped, lánzala al aire para que alcance un par de metros de altura. Al instante verás cómo se las arregla para contonearse y caer de pie [el césped es para garantizar que no se haga daño. Después, lávate bien las manos,

pues las secreciones de su piel, si te llegaran a los ojos, la nariz o la boca, te podrían producir un ardor considerable].)

Más de medio centenar de especies de ranas de África, Madagascar y el sur de Asia – que juntas forman una familia independiente: Rhacophoridae –, se han vuelto planeadoras profesionales. Todas tienen las patas palmeadas, dedos largos, y faldones de piel en las extremidades. Su capacidad para maniobrar en el aire es tal, que a medio vuelo pueden dar giros de hasta 180°.

Estas ranas voladoras pertenecen a los géneros *Rhacophorus* y *Polypedates*, y son tan arbóreas, que han conseguido prescindir de las charcas «regulares» (las que están en tierra) para poner sus huevos. Algunas especies los largan en el agua que se deposita en las grietas y cavidades de las alturas; y otras los encajan, al igual que hacen los peces peleadores (o bettas), en un nido de burbujas.

Ninguna rana de Centro y Suramérica alcanzó la excelencia en el planeo de las viejmundistas, pero algunas especies han dado



Fuente: Con luzia.com

pasos en esa dirección. Varias de la familia Hylidae (de los géneros *Hyla*, *Ecnomiohyla* y *Agalychnis*), si bien no han desarrollado pliegues de piel entre las extremidades, tienen los dedos larguísimos y unidos por una membrana. No se puede decir que *planeen*, pero frenan su descenso casi tan bien como lo hacemos nosotros con la ayuda de un paracaídas.

## LOS INSÓLITOS PTEROSAURIOS

El más espectacular surgimiento del vuelo entre los reptiles no fue el que dio lugar a las aves. Ocurrió hace unos 220 m. a., y produjo una enorme variedad de criaturas, los pterosaurios, cuya superficie de vuelo era, como la de los murciélagos, pura piel..., que en este caso se extendía ¡desde un larguísimo dedo de la mano... hasta el tobillo!

El estudio de los fósiles de pterosaurios indica que, al igual que las aves, tenían sangre caliente y una musculatura que les permitía batir las alas: planearon y volaron a la perfección. Hubo especies muy hábiles en dar carreras, y otras capaces de nadar. Llegaron a dominar los cielos: se han reconocido más de dos centenares de especies. Los hubo desde apenas cincuenta centímetros de envergadura (o sea, de la talla de una paloma), hasta de *doce metros* de punta a punta de las alas: casi *siete veces* mayor que la de un zopilote (o aura gallipavo), y unas tres veces mayor que la de un cóndor (que es la mayor de las aves voladoras vivientes).

Hubo pterosaurios de cabeza corta, mediana, larga y hasta larguísima; y con y sin dientes.

Muchos desarrollaron sobre la cabeza un ornamento estrafalario —y a veces enorme—, lo mismo en forma de abanico, o semejante a las varillas, en forma de V, de las primeras antenas

de televisión. Se cree que, como mismo ocurre hoy con las cacaúas, los gallos y algunas águilas y grullas, el adorno cefálico servía para anunciar la especie, o el sexo de su poseedor.

Los pterosaurios se extinguieron hace 66 m. a., pero estuvieron en circulación nada menos que ¡144 millones de años!, que dista mucho de ser una menudencia. Se piensa que su desaparición pudo deberse a dos factores: el trastorno global causado por el impacto de un asteroide de unos 15 km de diámetro (el mismo que, por cierto, dio al traste con los dinosaurios), y la fuerte competencia por parte de las aves, con sus ligerísimas, flexibles, resistentes y renovables plumas.

Desde hace decenas de millones de años ha habido mamíferos pequeños correteando y saltando por las ramas, y no debe sorprender que algunas especies también hayan desarrollado adaptaciones para frenar las caídas.

## MAMÍFEROS CON OTRO TIPO DE «ALAS»

Casi la totalidad de los mamíferos planeadores está en el Viejo Mundo. Esto tiene su explicación: los mamíferos arbóreos de las Américas encontraron otra solución: evitan los accidentes *no cayéndose*: son menos dados a practicar acrobacias..., y desarrollaron una cola prensil.

Entre los mamíferos planeadores están las zarigüeyas voladoras de Australia y Nueva Guinea (del género *Petaurus*); las numerosas especies de ardillas voladoras (de los géneros *Glaucomys*, *Anomalurus* y otros) que habitan Norteamérica, África y Eurasia; y las dos especies de lemures voladores (o colugos, de los géneros *Cynocephalus* y *Galeopterus*) que viven en las islas del sureste de Asia.

Los ancestros de estos animales inventaron el arte de planear en total independencia uno de otro: todo indica que, para un mamífero – cuya piel es muy flexible y elástica– es fácil aprovechar membranas amplias que le hagan resistencia al aire. La mayoría de los predecesores de los mamíferos planeadores tenía ya una cola arbustiva, algo que les ayudaba a frenar el descenso y a maniobrar en el aire. La predecesora de los lémures voladores parece haber sido coliflaca, pero alcanzó a fabricarse unas membranas de vuelo que van desde el extremo de sus larguísimas patas posteriores hasta la punta de la cola.

## PECES CON ALETAS-ALAS

Los peces voladores mejor conocidos pertenecen a la familia Exocoetidae y viven en las aguas más superficiales –y más limpias, azules y cristalinas– del océano abierto. Se conocen más de sesenta especies (de los géneros *Exocoetus*, *Cypselurus* y otros) y alcanzan, cuanto más, unos 45 cm de longitud. Tienen pinta de sardinas y en el agua son tan veloces como ellas. Sus aletas pectorales (y, en algunos casos, también el par que sale del abdomen) han sido transformadas por la evolución en unas alas largas y anchas. Bajo el agua no estorban: son mantenidas muy pegadas al cuerpo.

A los efectos de quienes les persiguen por el agua, los peces voladores han desarrollado el equivalente a un acto de magia: en un instante desaparecen del escenario. Salen a toda velocidad y en un ángulo muy bajo; y una vez en el aire, abren sus aletas-alas, gracias a lo cual son capaces de planear durante decenas de segundos, llegando a cubrir centenares de metros de distancia. Si el viento no les resulta favorable

y desean llegar más lejos, cuando empiezan a perder impulso maniobran hasta encajar en el agua el lóbulo inferior de la aleta caudal, e inician un coleteo frenético que les permite ganar velocidad... y planear otro tramo.

No obstante las anteriores habilidades, la existencia de estos «magos» no es una fiesta, pues en el océano abierto hay carnívoros velocísimos y de excelente vista..., y por encima rondan aves marinas atentas al truco de la huida por el aire: se lanzan en picadas vertiginosas y consiguen capturarlos en pleno vuelo.

Algunos peces dulceacuícolas también escapan por el aire. Sus vuelos son, sin embargo, cortos y breves. Los hay suramericanos, y también africanos, y sus tallas máximas rondan los 10-12 cm.

El grupo suramericano comprende nueve especies, que juntas forman una familia aparte: Gasteropelecidae. Se les llama peces-hacha porque su cuerpo, de tan profundo, semeja la cabeza de esta herramienta. La singular anatomía se debe a que tienen en el pecho una musculatura muy potente, pues vuelan, al estilo de los pájaros, batiendo las aletas pectorales. Con todo y eso, su vuelo se limita a recorridos de poca monta. Se alimentan en el agua, de insectos e invertebrados.

En el Viejo Mundo hay un solo pez volador, africano, conocido como pez mariposa (*Pantodon buchholzi*), tan extraño, que él solito constituye una familia aparte: Pantodontidae. El aspecto de *P. buchholzi* casi no indica que sea capaz de moverse por el aire. Tiene unas aletas pectorales grandísimas, pero su cuerpo es pesado; y su cabeza, ancha. La aparente contradicción explica la brevedad de su recorrido aéreo, que no es sino un torpe ejercicio de pla-

neo. Se alimenta de insectos y toda suerte de larvas, los cuales consigue dentro del agua.

## CALAMARES CAPACES DE PLANEAR

En el Indopacífico y al este del Atlántico hay calamares capaces de planear. Salen del agua como cohetes, en un ángulo bastante mayor que el de los peces voladores marinos... y salvan por el aire, de un solo golpe, tramos de hasta treinta metros. Se trata de cinco especies del género *Todarodes*, las cuales, moluscos al fin, no tienen patas; ni tampoco, por supuesto, dedos. Ni cola. Ni costillas.

El antecesor de los *Todarodes* aprendió a planear mediante una ligera modificación del par de aletas triangulares situadas en un extremo del cuerpo; y gracias a una curiosa aplicación de la dotación de tentáculos que tenía en el otro. Su linaje aumentó un poco el tamaño de las aletas..., y aprendió a, al salir disparados del agua, abrir la decena de brazos hasta formar una superficie de sustentación cuya amplitud y silueta son idénticas a las de las aletas: se transforman en un biplano. En un biplano marciano...

Los *Todarodes* logran su vertiginoso despegue mediante el sistema de propulsión característico de los calamares y análogo al de los más modernos aviones: un potente chorro (en su caso, de agua) lanzado en dirección contraria. En los calamares, los conceptos «hacia atrás» y «hacia delante» (o «parte delantera» y «parte

posterior») se vuelven borrosos, pues pueden moverse en ambas direcciones. Se acercan al alimento por el extremo de la boca-ojos-tentáculos; pero cuando están apuros, escapan en dirección opuesta. Surgieron hace unos 470 m. a., a partir de un molusco que desechó la concha y la lentitud, y se las han arreglado de lo mejor. Hoy se reconocen más de trescientas especies, algunas de las cuales son en extremo abundantes; otras alcanzaron tallas muy respetables.

La evolución no tiene cerebro, y jamás ha tenido metas; pero ha sido una inventora muy atrevida... y en extremo fantasiosa.

## LITERATURA RELEVANTE

- Clack, J. A. (2002). *Gaining Ground. The Origin and Evolution of Tetrapods*. Indiana University Press.
- Gould, E. y McKay, G. (Eds.) (2003). *Encyclopedia of Mammals*. Fog City Press. San Francisco.
- Gould, Stephen J. (Ed.) (2001). *The Book of Life*. W.W. Norton & Company.
- Hill, J. E. y Smith, J. D. (1984). *Bats. A Natural History*. University of Texas Press.
- Long, J. A. (1995). *The Rise of Fishes. 500 Million Years of Evolution*. John Hopkins.
- Shubin, N. (2008). *Our Inner Fish. A Journey Into the 3.5 Billion-year History of the Human Body*. Pantheon Books.

## Bioderecho y reeducación en la psicología del rumor

Jesús Cabral Araiza, Adolfo Espinosa de los Monteros Rodríguez y  
José López Guiarte

**RESUMEN:** El presente trabajo aborda de manera documental y crítica reflexiva, un fenómeno universal pero que por diversas y extrañas razones, proporcionalmente, poco estudiado. Se trata del fenómeno psicosocial del rumor. Se retoma desde el estudio clásico de Allport hasta algunas reflexiones puntuales vigentes en los medios electrónicos. De igual manera se tocan perfiles de quién difunde rumores y de quién los genera para cerrar con algunas reflexiones y alternativas para su gestión y afrontamiento.

*Palabras clave:* chisme, rumorólogo, reflexión, fenómeno, social.

### CONTEXTO

De acuerdo con la Real Academia Española, el rumor (o como vulgarmente lo reconocemos «chisme») es «voz que corre entre el público»,

«ruido confuso de voces», o «ruido sordo, vago y continuado», se ha convertido en una parte de nuestras ocupaciones y quehaceres socio-culturales. Ocupando un espacio de tiempo en medios electrónicos como nunca antes y muchas veces determinando actitudes o conflictos entre las personas y los grupos humanos diversos. Puede ser tan poderosa su influencia que es capaz de generar gran polémica, separaciones, divisiones y hasta conflictos armados. Es parte igual de un imaginario colectivo que está habido de escuchas las «nuevas» aunque no sean confiables noticias y se nutre de características pobres con relación a la solidez de las fuentes informativas o las intenciones. Se plantea la consideración de manera seria en este espacio, de un aspecto tan banal y humano como lo es el rumor o chisme, pero tan poderoso que puede cambiar realidades cotidianas a cualquiera. A pesar de tratarse de un aspecto

Recibido: 09/11/2023

Aceptado: 20/01/2024

Publicado: 23/02/2024

Cuerpo Académico 1130 Bioética, Educación y Derechos Humanos, Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. jcabral@cuc.udg.mx; adolfo.espnosa@cuc.udg.mx; jose.lguiarte@academicos.udg.mx

destacado de la conducta humana, transmitido y acrecentado de manera masiva, el rumor puede ser considerado un fenómeno poco analizado a profundidad y solo explotado por quienes con diversas intenciones lo fomentan. Después de la segunda guerra mundial han existido algunos trabajos serios de análisis, no registrándose posteriormente grandes avances en su estudio.

La naturaleza humana, es la realidad más compleja sin lugar a dudas. En ella podremos encontrar similitudes increíbles de cómo funciona la vida y el universo, y al mismo tiempo, tratar de entender la intrincada trama de los aspectos psicosociales que motivan a este ser altamente complejo llamado humano. Esta última es mucho más compleja en comparación con la naturaleza del planeta, pues este solo pide un poco de paz y de menos seres humanos que lo contaminen y dañen, lo cual no es mucho pedir. Pues bien, los rumores en sí mismos, y desde que el hombre ha hecho historia, puede decir que han existido.

Vale la pena hacer una pequeña recapitulación y recordar que hace apenas unos 8 mil años y posterior a ello, hay una necesidad creciente y trabajo en dejar testimonio del idioma escrito, sea pictográfico o ideográfico, y que con ello podremos describir los acontecimientos que el hombre antiguo narraba y le eran relevantes. Uno de ellos sin duda eran las guerras. Y ya fueran justificadas a ojos de quien narraba o injustificadas por quienes padecían sus consecuencias, el hecho es que lo que en ellas sucedía, se convertía en hechos descritos que no siempre correspondían a la realidad. Ya sea que se magnificaba el logro de algún líder militar o el triunfo o derrota de alguna de las partes o las recompensas y obtenciones justa-

mente producto de la guerra, la realidad es que como hasta ahora, el vencido es quién padece la descripción de los hechos, o la narrativa de los vencedores.

Los emperadores en la antigua Roma sentían esta plaga del rumor y, tanto que llegaron a nombrar delatores, cuya misión era mezclarse «con la gente de la calle» y llevar al palacio imperial la voz del pueblo. Los chismes del día se consideraban excelente barómetro de los sentimientos populares. Llegado el momento, los delatores se veían en la necesidad de lanzar una contraofensiva de rumores de su propia colección. ¡La guerra psicológica no es tan moderna!

De esta parte de la historia no será raro suponer que el siguiente paso en el rumbo de los rumores es crear seres fantásticos, mitológicos, hazañas sobre humanas y leyendas, reproducidas en la cultura popular y muchas veces perpetuadas en canciones y canticos populares. En el caso de América Latina no es la excepción y menos en México, en donde hoy en día podemos encontrar un «libro de leyendas» por estado de la República.

Actualmente los procesos integrales de comunicación, están siendo mediados con el uso masivo de la tecnología, sufriendo alteraciones como no se observara anteriormente. Dicha realidad exige una mayor y atenta observancia de la información, de su manejo y uso que puede ser pernicioso.

Pero hay varias interrogantes que bien valen la pena explorar. ¿Se pueden analizar y estudiar los rumores y su lógica de propagación? ¿Se pueden evitar? ¿Cómo deben ser manejados? ¿Se pueden contrarrestar o evitar? ¿El rumor es esencial a la naturaleza humana? ¿Dependiendo del género es la cantidad de ru-



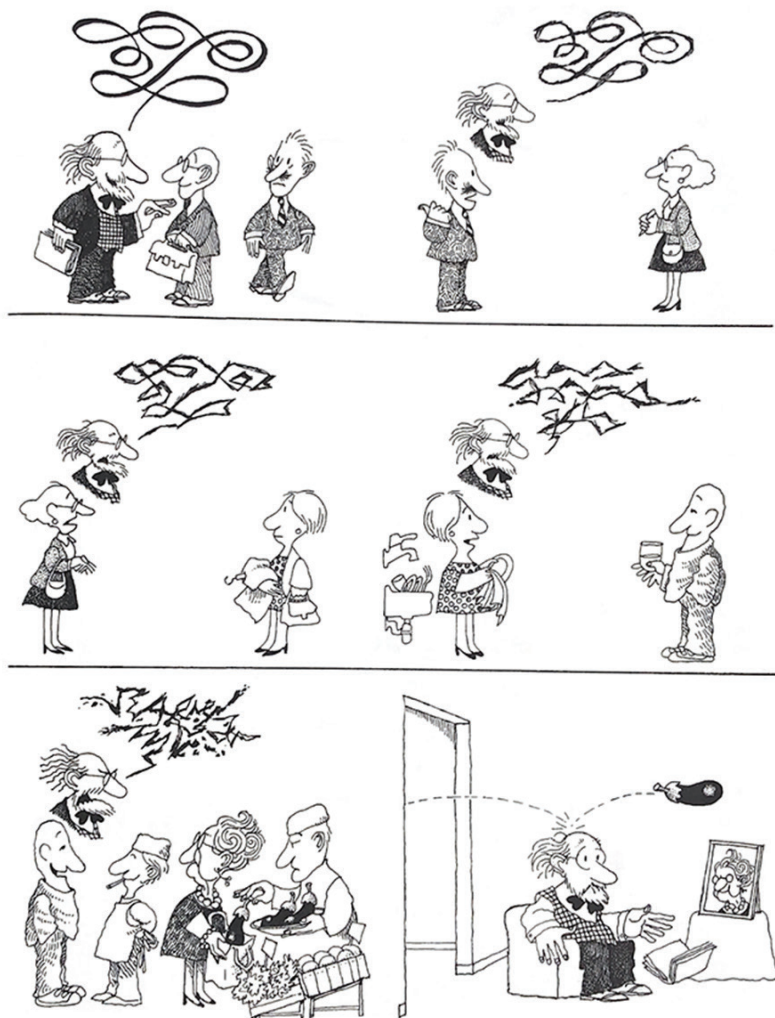
mores que se generan o difunden? A todas esas y otras interrogantes va un contundente sí, y es justamente lo que se pretende desarrollar en el presente escrito.

## ¿QUÉ ES EL RUMOR?

Iniciemos por definir el rumor. Diremos que es una proposición específica para crear expectativa o atención, que antiguamente pasaba de persona a persona pero que ahora con los medios o las TIC puede masivamente, sin medios probatorios seguros para demostrar su

verdad. Por lo tanto, y teniendo como requisito la no probidad de lo difundido, se cuenta con un medio perfecto para fines no siempre ociosos, puede ser igual pernicioso en gravedad. Por tanto ( $R = a \times i$ ) en donde  $R$ = Rumor,  $a$ = Ambigüedad,  $i$ = Importancia. Si las partes convergen en darle mucha importancia, con la ambigüedad necesaria, el rumor puede circundar el mundo.

Curiosamente los rumores llevan en sí mismos, implicaciones desde el bioderecho que de igual manera quienes participan de él muchas de las veces no tienen en consideración.



Fuente: Ediciones de la Flor one X: Ediciones de la Flor te cambia el humor. Gente en su sitio de Quino @MafaldaDigital <https://t.co/hK1BhFr-KJ4/X>

Pues resulta que frecuentemente se ven afectaciones a terceros que transgreden una ética de la interacción y falta a la verdad, sea con intención o sin ella. A menudo se los pone en escena sin medir sus consecuencias y se multiplican sin control, en forma caótica. Nada atrae más a la opinión pública que un rumor que revela algún secreto, interpreta algún dato, relata algo sospechoso o anticipa algún hecho.

Es complicado la más de las veces contener un rumor. Las hordas de gente poco crítica antes de cuestionar un rumor son más bien tentadas a esparcirlo. Los medios de comunicación y las llamadas redes sociales han facilitado la labor de esparcir sin cuestionar noticias que de diversas formas faltan a la verdad. La creciente «necesidad» de noticias «frescas» hace que gente sin escrúpulos o principios éticos caigan en la tentación de la falsedad de hechos.

Para ir apuntalando algunas reflexiones, vale la pena señalar que los rumores son fantasmas, ellos pueden ser amigables o destructivos, dependiendo de qué y cómo los alimentemos. Tienen la peculiaridad que pueden crecer dependiendo de quien los alimenta o construye y pueden llegar a no ser fáciles de destruir, constituyéndose en «nuevas verdades», sin embargo, siempre hay la posibilidad de contrarrestarlos o confrontarlos y refutarlos con pruebas y evidencias que los hagan quedar desvirtuados.

Los rumores en las mediaciones, sobre todo en los conflictos familiares por la alta carga de emocionalidad que tienen, tomados como una forma privilegiada de comunicación, que crea realidades a la vez que explica nuestro mundo y como expresión de nuestros miedos (a que algo suceda o no, al otro, a «soltar las riendas»), ansiedades, me inclino por legitimarlos,

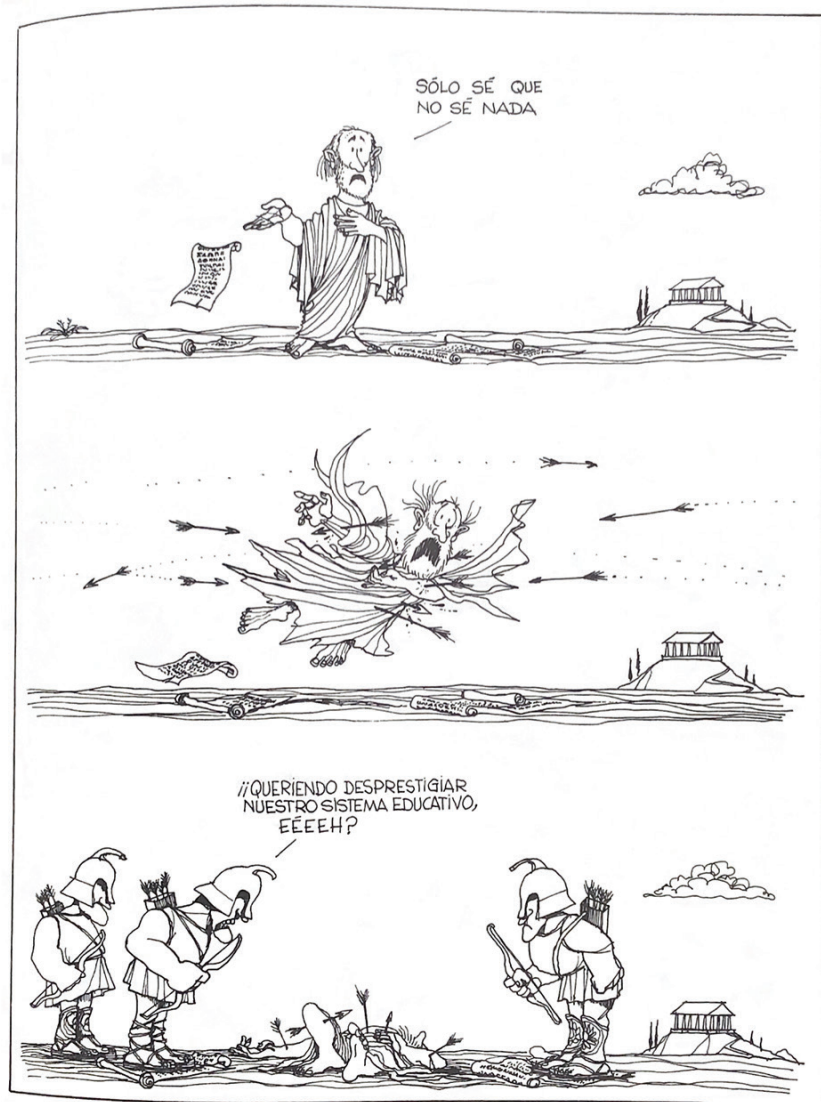
dejarlos que tomen asiento cómodamente en torno a la mesa.

## ALGO DE HISTORIA

Recordemos que en las grandes guerras de la humanidad se han generado un sinfín de informaciones y que por lo general cuando no pueden ser corroboradas se prestan a la especulación, confusión, desánimo y hasta deserción y suicidio. Los vietnamitas en lugar de bombas, lanzaban panfletos con dibujos de familias comiendo en paz y con frases como, ¿no preferirías estar en casa? Ellos te esperan. Y por increíble que parezca, en muchos soldados lograron hacerlos desertar. Los romanos se vanagloriaban de sus hazañas heroicas y hacían canciones que propagaban fuerza sobrehumana ante la cual no quedaba más que rendirse. De Gengis Kan, se decía que su caballo donde pisara salía fuego y la hierba ya no crecía. Y así, podemos nombrar un sinfín de mitos propagandísticos a manera de rumor.

El rumor es lanzado y continúa su trayectoria en un medio social homogéneo, en virtud de activos intereses de los individuos que intervienen en su transmisión. La poderosa influencia de estos intereses exige que el rumor sirva ampliamente como elemento de racionalización: esto es, explicar, justificar y atribuir significado al interés emocional actuante. A veces, el vínculo interés-rumor es tan íntimo, que nos permite describir el rumor como la proyección de un estado emocional completamente subjetivo.

Si algo podremos apreciar de los hechos históricos, es justamente que las distorsiones y exageraciones sobre los hechos ocurridos, pueden variar acorde a diversos factores que



Fuente: Ediciones de la Flor one X: Ediciones de la Flor te cambia el humor. Gente en su sitio de Quino @MafaldaDigital.

influyen en la percepción y credulidad de quienes participan de esta historia oral o escrita. Es un hecho consumado la frase que atribuye a los ganadores el derecho a escribir la historia, no necesariamente la verdad. En nuestros días y en el contexto de la influencia norteamericana que tenemos, es seguro que muchos de nosotros crecimos con la idea de que los soldados estadounidenses fueron los que ganaron la guerra y liberaron a Europa de la amenaza nazi. Nada más alejado de la realidad cuando revisamos datos y hechos y tan solo uno nos puede ilustrar de quién fue quien perdió más

hombres, Rusia casi 24 millones de personas, de las cuales 8'860,400 eran militares. Estados Unidos tuvo 292,129 bajas y 139,709 desaparecidos en acción. Por tanto, es comprensible cuando alguna persona de ascendencia rusa se sienta ofendida por cualquier afirmación de otro país que sienta que sacrificó más. Nada mejor para descalificar un rumor que datos y hechos contundentes.

Desde ya hace bastantes años, se sabe que, en México, diversas personas recurren a el rumor como deporte nacional. No se suele requerir, ni se tiene el cuidado siquiera de corro-

borar información con los respectivos datos científicos o fuentes confiables, cuando ya se hace una socialización por diversos medios. Se remite por medios electrónicos el próximo apocalipsis, o quién ya está embarazada, o quién anda con quién, o cualquier tema que, aunque no sea de nuestra incumbencia, pensamos que es necesario propagar como confeti en fiesta infantil.

Pero, ¿por qué circulan los rumores? Bueno, si cubren las características de importancia tanto para quién lo circula como para quién lo recibe, más una dosis de ambigüedad, es decir, jugar con datos, fuentes, fechas y acontecimientos mezclados, pero no relacionados entre sí. En este contexto es fácil suponer que, quien difunde rumores de manera mal intencionada no puede estar del todo sano psicológicamente, pues no se piensa en las consecuencias nefastas de la propagación del rumor.

## ALGUNOS EJEMPLOS RECIENTES

Después de los lamentables hechos de los terremotos en Chiapas y la Ciudad de México prácticamente en todo México se iniciaron rumores diversos y de manera mal intencionada con mensajes catastróficos y que incitaban a estar alarmados. Ejemplos tales como que, seguirían los terremotos y que tal «científico» ya lo había anunciado, es más, que hasta la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lo avalaba. Otro ejemplo, que llegaría un tsunami devastando a Puerto Vallarta. Pues bien, son solo un par de muestras de lo falsa y perniciosa que puede ser la información mal intencionada a una escala social inimaginable.

Algunos de los rumores más dañinos o perniciosos, son aquellos que logran conven-

cer a las masas, y cuando cientos o miles de personas están convencidas de cierta realidad, verificable o no, pueden tomar posturas peligrosas para otros incluso ellos mismos. En el año 2020 ante la pandemia, llegaban noticias literalmente de todo el mundo e incluso con imágenes, suficiente para que avivara las noticias falsas y rumores mal intencionados, desde aquellos que hablaban de una conspiración mundial –y lo siguen haciendo– para terminar con un porcentaje significativo de los seres humanos, hasta los que aseguraban que el gobierno mexicano tenía el control de las vacunas y no deseaba darlas a la población abierta. Cabe señalar que en época electoral o no, las personas enfundadas en postura de oposición política son capaces de manipular cifras, datos o discursos con tal de obtener una ganancia política, ejemplos nacionales sobran, pero faltaría espacio en este artículo para mencionar los de la última década.

Es válido señalar que ante los hechos de guerra que se suceden permanente y lamentablemente en el planeta, siempre nos llegarán noticias que harán ver como posturas verdaderas las de bandos opuestos constituyendo en sí mismo la difusión de dichas noticias una guerra paralela, pues los intereses alrededor de la venta de noticias suelen estar asociados a aspectos de bioderecho cuestionables por señalar un eufemismo.

## PSICOLOGÍA DEL RUMORÓLOGO

Ahora bien, es verdad como hemos visto que las condiciones para que un rumor se difunda tienen que ver con ciertas características de la información dada, pero igual cierto es que quien difunde y agrega de su imaginario a la

historia transmitida, tiene en sí mismo algo de peculiaridad psicológica para que este sea difuminado como reguero de pólvora.

Cuando es el caso en el que una sola persona inicia el rumor, se deberá analizar los motivos para ello, entre los cuales podemos señalar los siguientes:

- Su condición psicológica
- Su evolución psicológica
- Su condición neurológica
- Su cultura y socialización
- Su madurez psicoemocional
- Su capacidad imaginativa
- Su capacidad narrativa
- La motivación o ganancia secundaria que obtendría al difundirlo y hacerlo creíble.
- Las posibles presiones internas o externas que sienta para generar el rumor.

Es decir, no solo se deberá pensar en los factores inherentes al rumor en sí mismo, pues debemos observar que se nutre justamente del binomio de interés en el tema y en el sujeto que lo transmite.

Aún en la consideración de dichos factores no significa que la persona es mala o incluso que actúa de mala fe al difundir un rumor.

Los rumores pueden servir de hecho como descargas catárticas de quienes los fomentan, hacer un desahogo emocional y de tensión entre personas. Pueden implicar un esfuerzo intelectual de elaboración, aunque no siempre con fines sanos socialmente.

Ahora bien, cuando la motivación por hacer circular un rumor, aun sabiendo que se causará un daño a terceros, o que estará de por medio la salud emocional de alguien o un grupo determinado. Estamos hablando que se actúa con dolo. Que justo es la intención de

dañar, en dicho sentido podríamos equiparar a un daño producido por algún tipo de arma, la diferencia es que aquí es un arma subjetiva, pero igual dañina. En dicho caso valdría la pena hablar de perfil psicológico de quien pretende o hace dicho daño e incluso considerar consecuencias legales de sus actos, pues los rumores igual terminan o socaban con la reputación de personas o instituciones y ello constituye un delito tipificado, Código Penal del Estado de Jalisco. En materia civil, podrían los rumores afectar los derechos de la personalidad, mismos que consisten en el derecho que tiene una persona a que se le respeten, su vida, su integridad física y psíquica, sus afectos, sentimientos y creencias; su honor, reputación, título profesional, arte, oficio, su nombre, pseudónimo, presencia física, secreto epistolar, telefónico, profesional, comunicación telemática, secreto testamentario, así como su vida privada y familiar.

De igual manera se deberá analizar el rol de quien cree la falsa noticia o al menos no la pone en tela de duda. Es decir, de igual manera habrá un perfil que responda a la llave de quien difunde o lo que se conoce en los refranes populares mexicanos «no falta un roto para un descocado». Vemos que señala un epistemólogo al respecto de la necesidad de creer.

Los motivos para creer en algo o en alguien, pueden ser variados, no necesariamente corresponden a hechos de verdad, los vínculos entre salud mental y mentira pueden ser padres de los rumores o mitos. Incluso hay rumores que convienen a personas, grupos o masas. Pensar que cierta raza o etnia es superior a otra por el color de piel puede ser un ejemplo. «Soñaba el ciego que veía y eran las ganas que tenía», dice un refrán popular.

Es decir, no pequemos de ingenuos al suponer que las personas son totalmente crédulas. Frecuentemente habrá también quien quiere creer, por algún tipo de ganancia secundaria que pueda obtener. Expresando de igual manera justificaciones tales como: «pues eso me dijo» «así lo dio a entender» «quién soy yo para cuestionar lo que dijo». Claro está que, también existen audiencias ávidas de mentiras y rumores, no es casualidad que en el mundo y prácticamente en cualquier país, los programas «profesionales» sobre rumorología, son los de más alto *rating*, rumores que pueden ser sobre cualquier actividad humana y sobre cualquier persona terrestre... incluso extraterrestre. La realidad es que el rumor en el fondo, activa las intenciones más mórbidas del ser humano por saber de la vida y condiciones de los otros. Un factor intrínseco a dicho rumor y que pocas veces es referencia, es sin duda el tema de la envidia. Así la gente expresa sus frustraciones de vida, sus condiciones de inequidad o desigualdad según lo sienta y como la subjetividad de cada quien es muy variada, tenemos apreciaciones que van de un extremo de la cordura a otro de la locura. Sin duda, hay personas que quieren creer y que se llagan a convertir en los defensores acérrimos de la mentira a pesar de la evidencia que pueda existir en su contra. Aquí ya es válido considerar una evaluación psicológica de ser necesario para su integración sana a la sociedad.

## ¿QUÉ HACER?

De inicio vale preguntarnos, ¿qué pensamos cuando un interlocutor nos comenta antes de darnos alguna información que considera valiosa o importante alguna de las siguientes

frases? «no estoy seguro dónde lo escuche, pero...», «sé de buena fuente, aunque no puedo decir de parte de quién», «no me han confirmado, pero...», «lo leí o vi por algún lugar», «de acuerdo con las últimas investigaciones». Si la respuesta a esta pregunta es que genera desconfianza, va por buen camino. Pues no puede tomarse muy en serio ese preámbulo de rumor que vendrá después. Y para la última frase, resulta muy interesante que quien habla de «últimas investigaciones» suele no saber nada de investigación o comprobación de datos de manera científica, incluso un simple sentido común bastaría para parar el rumor en ese momento.

Vale recordar la fábula atribuida a Sócrates, la cual señala la narrativa de la siguiente manera: Los tres filtros.

Un discípulo llegó muy agitado a la casa de Sócrates y empezó a hablar de esta manera:

—¡Maestro! Quiero contarte cómo un amigo tuyo estuvo hablando de ti con malevolencia...

—Sócrates lo interrumpió diciendo: —¡Espera! ¿Ya hiciste pasar a través de los Tres Filtros lo que me vas a decir?

—¿Los tres filtros?

—¡Sí! —replicó Sócrates. El primer filtro es la VERDAD. —¿Ya examinaste cuidadosamente si lo que me quieres decir es verdadero en todos sus puntos?

—No... lo oí decir a unos vecinos...

—Pero al menos lo habrás hecho pasar por el segundo filtro, que es la BONDAD: ¿Lo que me quieres decir es por lo menos bueno?

—No, en realidad no... al contrario...

—¡Ah! —interrumpió Sócrates. —Entonces vamos al último filtro. ¿Es NECESARIO que me cuentes eso?

—Para ser sincero, no..., necesario no es.



—Entonces —sonrió el sabio— Si no es verdadero, ni bueno, ni necesario... sepultémoslo en el olvido...

Sabias palabras viniendo de un filósofo y sabio clásico, pero al igual que él, lo podremos aplicar si lo pensamos bien. Sin embargo, nos puede ganar la curiosidad mórbida por saber qué se dice y justo en ese momento estamos fomentando y alimentando el rumor.

Pareciera muy compleja la solución, pero si lo piensa bien, no lo es tanto. Se puede contrarrestar la propagación y el daño aplicando las siguientes preguntas y realizando algunos seguimientos sencillos que dictan el sentido común:

1. Pregunte y verifique fehacientemente por la fuente o fuentes de origen.

2. Dependiendo de la información, búsquela en la red (sitios confiables), o en libros serios o hasta en especialistas respetables información adicional a lo que se afirma. Pero no porque salen en la televisión son respetables.

3. Use su sentido común, aunque a veces es el menos común de los sentidos, su uso cotidiano nos ayudará a ser más perspicaces de lo que quizás hemos sido.

4. No propague información que no beneficia a nadie a menos que sea realmente por un beneficio comprobable.

5. Desconfíe razonablemente y aunque sea una persona habitualmente confiable la que le da la información, verifique con ella su veracidad.

6. Analice a quién o quiénes beneficia la propagación del rumor, muchas veces ahí encontramos la vía hacia la verdad.

En ocasiones a una persona o grupo conviene que se tome una actitud a favor o en contra de un personaje u organización, nuevamente no se altere y verifique. ¿Le es familiar el siguiente ejemplo? «tal personaje es un peligro para México» ¿y los personajes que realmente hemos comprobado que sí fueron un peligro y lo siguen siendo? Espero valga la reflexión.

## CONCLUSIÓN

Al final del día el presente trabajo pretende que el lector haga una seria reflexión sobre el tiempo que dedica al rumor, a la calidad de sus interacciones y a la calidad de vida que construye precisamente desde sus hechos y responsabilidades.

Hoy el interés en este aspecto se centra en especial en la búsqueda de estilos de vida sanos; y ahí es donde aparece el concepto de calidad de vida (relacionado de un modo inevitable con las pautas y tipologías de ocio). Por calidad de vida entendemos la percepción subjetiva que los sujetos tienen de su felicidad y los aspectos objetivos que indican su estado de bienestar.

Ya hemos visto a lo largo de la historia cómo han existido rumores altamente perjudiciales para una persona, un grupo humano o hasta una nación. Dicha mezcla de desinformación, mala intención y hasta prejuicio o ingenuidad, aun cuando no sea mal intencionada, perjudica. Es importante reflexionar sobre las consecuencias de la práctica del rumor.

Recientemente grupos e instituciones se han apegado al plan de la Organización de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, en su punto 16 habla justamente de paz, justicia e instituciones sólidas. Aunque parezca



esto muy desde el escritorio y el discurso, las experiencias que podemos tener vinculadas al desarrollo de la cultura de paz, son claros ejemplos que de manera directa e indirecta pueden afectar positivamente nuestras vidas. Para el caso que nos ocupa, evitar rumores y crear condiciones de salud mental partiendo de la convivencia sana y armónica en sociedad, sea la que sea.

En la medida que fomentemos valores como la tolerancia, el respeto a las diferencias con los otros, entender un poco sobre psicología de la interculturalidad, podremos iniciar a convivir de una manera mucho más sana y armónica. La tarea no es sencilla, pues como hemos señalado arriba, hay factores tanto culturales como personales que son frenos y lastres importantes que muchas veces hacen que el sujeto no solo no avanza hacia mejores condiciones psicosociales, incluso que lo retrase.

A manera de cierre, permítanos hacer unas preguntas que le puedan servir para evaluar algo de lo señalado hasta aquí, ¿ha recibido algún rumor el día de hoy? ¿Qué ha hecho hoy con los rumores que le han llegado? ¿Ha enseñado a otros sobre cómo gestionar un rumor? ¿Ya cuenta con alguna estrategia para corroborar información y saber si es confiable o no? Si la respuesta es favorable a la mayoría de estas preguntas, puede sentirse satisfecho y como parte de la gente que tiende a la salud mental que ha perjudicar al prójimo haciendo circular rumores.

## LITERATURA RELEVANTE

- Allport, G., y Postman, L. (1988). *Psicología del rumor*. Psique.
- Biain, M. E. (2023). La comunicación y sus laberintos. Consideraciones acerca del rumor. <https://docplayer.es/123657933-La-comunicacion-y-sus-laberintos-consideraciones-acerca-del-rumor-maria-eugenia-biain-mediadora-abogada-cordoba-argentina.html>
- Código Civil del Estado de Jalisco. (2023) <https://congresoweb.congreso.jalisco.gob.mx/BibliotecaVirtual/LeyesEstatales.cfm>
- Ritter, M. (2000). *Rumor y caos: una nueva perspectiva de la Teoría del Rumor a la luz de la Teoría de la Complejidad y el Caos*. Tesis doctoral. Universidad del Salvador. El Salvador. Repositorio institucional <https://racimo.usal.edu.ar/id/eprint/4943>
- Ufarte Ruiz, M.-J. (2015). El rumor como base de la noticia en los medios digitales. En Desafíos éticos de la comunicación en la era digital: III Congreso Internacional de Ética de la Comunicación, libro de actas / coord. por Luis Alfonso Guadarrama Rico, Juan Carlos Suárez-Villegas, María del Mar González Jiménez, pp. 105-117. [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/38803/Pages%20from%20LIBRO\\_ACTAS\\_3IC-ME\\_red-6.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/38803/Pages%20from%20LIBRO_ACTAS_3IC-ME_red-6.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Villoro, L. (1989). *Creer, saber y conocer*. 5ta ed. Siglo XXI.

# Poecílidos en México, pequeños peces grandes desconocidos

Marcos Hernández López<sup>1\*</sup>, Leonardo Martínez Cárdenas<sup>2</sup> y  
Fabiola Lango Reynoso<sup>1</sup>

**RESUMEN:** Los poecílidos son pequeños peces, de gran diversidad de colores y formas, si bien México es el país con mayor número de especies de este tipo de peces, son poco conocidos y la mayoría de las especies se encuentran en peligro, inclusive algunas se han extinguido en años recientes debido principalmente a actividades humanas, siendo de las principales la degradación de su hábitat, y la introducción de especies invasoras. Son peces de gran importancia en la naturaleza pues sirven de base de la alimentación de peces de interés comercial y como reguladores de insectos, así mismo en el ámbito económico son relevantes debido a su comercialización mayoritariamente como peces de ornato.

*Palabras clave:* peces de ornato, especie nativa, amenaza, especie exótica, introducción.

## ¿QUÉ SON LOS POECÍLIDOS?

Los poecílidos, también llamados «topotes» o «charales», son un tipo de peces de agua dulce que tienen un desarrollo embrionario en el que las hembras ponen huevos pero estos permanecen dentro de su cuerpo hasta que los embriones se encuentran completamente desarrollados (ovovivíparos), son pequeños peces normalmente de tres a siete centímetros de largo (aunque puede haber mayores), los machos se caracterizan por tener un órgano sexual equivalente al pene de los mamíferos, el cual es llamado «gonopodio», las hembras son capaces de tener muchas crías varias veces al año, por lo que en general son más grandes que los machos puesto que almacenan dentro de ellas a sus crías en desarrollo hasta el mo-

Recibido: 28/10/2023

Aceptado: 15/01/2024

Publicado: 23/02/2024

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, carretera Veracruz-Córdoba, Km 12, A. P. 68, 94290. Boca del Río, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Nayarit dirección postal: Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n., 63190, Tepic, Nayarit, México.

\* Autor de correspondencia: hernandezlopezm@bdelrio.tecnm.mx

mento del parto, por otra parte, los machos de estos peces son más pequeños pero también más coloridos.

## POECÍLIDOS EN MÉXICO

México es el país del mundo con más especies de poecílidos, pues del total mundial (348 especies) el 30.17% de ellas se puede encontrar dentro del territorio nacional (105 especies).

Por su abundancia en especies y amplia distribución, destacan los cola de espada (*Xiphophorus spp.*), los peces mosquito (*Gambusia spp.*) y los topotes (*Poecilia spp.*). Los poecílidos son el grupo de peces con más especies dentro de nuestro país, seguidos por los ciprínidos y los cíclidos, dentro de los poecílidos destacan en variedad de especies los peces «cola de espada», pues México es el país con más especies de estos, ya que cuenta aproximadamente con el 90% de todos los «cola de espada» que existen en el mundo.

## POECÍLIDOS BAJO AMENAZA

En México, más de la mitad de las especies de poecílidos se encuentran amenazados o en pe-

ligro debido al impacto que generan las actividades humanas en su hábitat, lo cual da lugar a la pérdida, fragmentación y contaminación de los lugares donde viven tales como; ríos, arroyos, lagunas, lagos y riachuelos, los cuales se ven afectados por actividades como el pastoreo excesivo, pues conlleva el uso de químicos como insecticidas y plaguicidas los cuales llegan al agua y muchas veces son altamente tóxicos para los peces. También resulta de gran impacto el vertido de aguas industriales y domésticas directamente en el agua donde viven estos peces, ocasionando que se enfermen y muchas veces mueran, además de la modificación de los cauces y flujos del agua derivados del cambio de uso del suelo, generalmente para agricultura, ganadería y desarrollos urbanos. Algunas especies, tales como los «cola de espada» (Figura 1) son capturados de su hábitat para su venta como peces de ornato, lo cual afecta directamente a sus poblaciones naturales. Todo ello ha causado que en los últimos años se hayan extinguido tres especies de poecílidos mexicanos, una de ellas está totalmente extinta: el guayacón ojiazul (*Priapella bonita*) y otras dos que están extintas en su hábitat natural pero quedan algunos ejempla-

Figura 1. Ejemplar de

Cola de espada (*Xiphophorus sp.*). Fuente: Giraldi, A. (2018).

Green Swordtail (*Xiphophorus hellerii*). [Fotografía]. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xiphophorus\\_hellerii\\_15023395.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Xiphophorus_hellerii_15023395.jpg)



res en cautiverio en centros de investigación y en colecciones privadas: el cola de espada de Múzquiz (*Xiphophorus meyeri*) y el Platy de Monterrey (*Xiphophorus couchianus*),

## INVADIENDO MÉXICO

Algunos poecílidos si bien se encuentran en México, no son propiamente mexicanos, ya que han sido traídos de Centro y Sudamérica principalmente para control de plagas. Otros, como en el caso del poecílido más conocido a nivel mundial el «Guppy» (Figura 2), fue introducido en México como pez de acuario por su fácil mantenimiento y sus llamativos colores. Debido a liberaciones en los cuerpos de agua, desde la década de los setenta, es posible encontrarlo de forma habitual en los ecosistemas acuáticos de México, lo cual representa un peligro para especies nativas pues es un pez que puede vivir en distintas condiciones ambientales y se reproduce fácilmente, por lo que desplaza a las especies mexicanas al alimentarse de recursos limitados y necesarios para las especies nativas y ocupando su lugar en su hábitat.

## IMPORTANCIA

Los poecílidos pese a ser peces de pequeño tamaño y no ser valorados en la mayoría de los casos como deberían, juegan un papel muy importante dentro de los ecosistemas acuáticos, muchos de ellos sirven de alimento para otros peces de mayor tamaño, los cuales sirven de alimento para el ser humano, tal es el caso de muchas mojarra (Cíclidos) las cuales se alimentan de los poecílidos adultos y de sus crías, así mismo los poecílidos actúan como reguladores de insectos al alimentarse de sus larvas, como sucede con las de diversos mosquitos, lo que contribuye al control de enfermedades entre las que se encuentran la malaria o el dengue. Otros poecílidos se alimentan de restos vegetales y animales que se encuentran en el fondo del agua, por lo que ayudan en los procesos de descomposición y aprovechamiento de los recursos orgánicos.

Algunos poecílidos como los topotes (*Poecilia spp*) sirven de comida para el ser humano y constituyen un componente habitual de las dietas de pobladores de algunas áreas del país, tales como los Tuxtla en Veracruz.



Figura 2. Ejemplares de Guppy (*Poecilia reticulata*). Fuente: Turner, M. (2012). My Guppy fish, two boys one girl. [Fotografía]. <https://www.flickr.com/photos/markplymouth/7346055182>

Los poecílidos no solo son importantes por lo antes mencionado, también tienen gran importancia en el mercado de peces ornamentales en México, donde los «cola de espada», los mollies (Figura 3) y los platies junto con los guppies, son los más demandados gracias a su fácil mantenimiento y variedad de colores.



Figura 3. Ejemplar de Molly (*Poecilia sphenops*).

Fuente: Amith, D. (2020). Gold Dust Molly.

[Fotografía]. <https://www.flickr.com/photos/kndynt2099/50663073158>

## CONCLUSIÓN

Los poecílidos son los peces dulceacuícolas con más especies en México, los cuales a pesar de su importancia económica y ecológica se han visto amenazados por las actividades humanas como la degradación de su hábitat y la introducción de especies invasoras, por lo que es importante la adopción de medidas para evitar la pérdida de estos valiosos peces.

## LITERATURA RELEVANTE

- Arévalo-Rivera, E. Y., Gómez-Pérez, I. M., Gómez-Ramírez, E., Rodríguez-Calcedo, D., y Hurtado-Giraldo, H. (2010). Estudio preliminar de la relación del tamaño corporal y la maduración testicular de *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1948). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(2), 226-239.
- Hedrick, P. y Hurt, C. (2012). Conservation genetics and evolution in an endangered species: research in Sonoran topminnows. *Evolutionary Applications*, 5(8), 806-819.
- Hernández-López, M., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. R., Montoya-Mendoza, J., Castellanos-Onorio, O., Díaz-González, M., y Martínez-Cárdenas, L. (2022). State of the art of poeciliid fish (Pisces: Poeciliidae) in México. *Agroproductividad*, 15(11), 51-56.
- López-Fuentes, C. P., Velázquez-Velázquez, E., Anzueto-Calvo, M. J., Matamoros, W. A., y Salgado-Maldonado, G. (2021). First record of the non-native fish *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), in Chiapas, southern Mexico. *UNED Research Journal/Cuadernos de Investigación UNED*, 13(1), 141-148.
- Miller Rush, R., Minckley, W., y Mark, N. (2009). *Peces dulceacuícolas de Mexico*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.



# ¡Cantintero, hay un alacrán en mi mezcal!

Fabio G. Cupul-Magaña

**RESUMEN:** Ejemplares de la especie de alacrán *Hoffmanniadrurus gertschi*, se observaron embotellados en mezcal exhibido en una feria artesanal itinerante en la ciudad de Puerto Vallarta, México. La acción de embotellar alacranes con mezcal es una práctica comercial común en la industria de las bebidas alcohólicas. *Hoffmanniadrurus gertschi* es una especie con distribución en los estados mexicanos de Morelos y Guerrero. Sin duda, su gran tamaño (el ejemplar de la botella revisada en este texto alcanzó los 11 centímetros de largo) provoca un impacto visual significativo sobre los potenciales consumidores. Aquí se describe el hallazgo y se menciona la importancia farmacológica de su veneno.

**Palabras clave:** escorpión, botella, licor, agave, cultura.

## ALACRANES EMBOTELLADOS

En un par de trabajos anteriormente publicados en *Lucidum Ciencia* (Núm. 4, 2023) y en la *Revista Ibérica de Aracnología* (Núm. 22, 2013), se relató la práctica común de introducir alacranes en mezcal como una simple pero efectiva y legítima estrategia comercial de venta. Así, para el pesar de muchas personas, todas aquellas propiedades afrodisíacas o medicinales, potenciadas por el hecho de contar con un alacrán en su interior, que envuelven con un velo sobrenatural a esta formidable bebida, quedan relegadas al campo del folclor y la fantasía.

Durante los primeros días del mes de febrero de 2024, se visitó una de tantas exposiciones artesanales itinerantes que arriban a la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco. En uno de sus puestos resaltaban decenas de relucientes botellas

Recibido: 03/03/2023

Aceptado: 05/03/2024

Publicado: 06/03/2024

Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco. fabio.cupul@academicos.udg.mx



**Figura 1.** Botellas de mezcal con «alacrán» Finca Téllez®, elaborado en Santiago Matatlán, Oaxaca, dispuestas para su venta en exhibición itinerante en Puerto Vallarta, Jalisco. Imagen de Fabio Cupul.

de mezcal artesanal Finca Téllez® elaborado en Santiago Matatlán, Oaxaca (Figura 1). Sin embargo, la imagen de las botellas, en diversidad de presentaciones (tamaños) para su venta, era extrañamente irreal y hasta perturbadora por los gigantescos alacranes que, individualmente o en pareja, flotaban libremente dentro del embriagante líquido. El efecto casi mágico de flotación del alacrán dentro de la botella, se producía por el habilidoso amarre de su cola a un hilo de plástico transparente (Figura 2).

Mi colega el Dr. Edmundo González Santillán, curador de la Colección Nacional de Arácnidos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y especialista en el estudio de los alacranes, me comentó que el espécimen de la botella reci-

be por nombre científico *Hoffmannihadrurus gertschi* (Figura 2). Asimismo, el dependiente del puesto de mezcal refirió que el suministro de alacranes para embotellar procede de un criadero establecido en el estado de Durango.

*Hoffmannihadrurus gertschi* fue descubierta por la ciencia en 1976 a partir de la revisión de ejemplares recolectados en la localidad de Atzcala en Guerrero. Es una de las especies más grande de alacranes encontradas para Norteamérica, ya que puede alcanzar hasta 15 centímetros de largo. Además, su patrón de franjas marrón oscuras del cuerpo, contrasta con su cola, patas y pinzas naranja amarillentas. Su distribución natural abarca el sur de Morelos y el norte de Guerrero. No está considerada dentro de la especie cuya picadura ponga en peligro la integridad humana.

Los científicos en verdad que sí han encontrado propiedades que parecieran sobrenaturales en el veneno de esta especie, pues han logrado extraer fármacos (sustancias destinadas a ejercer una acción inmunológica o metabólica para restaurar, corregir o modificar las funciones fisiológicas; es decir, producir alivio en el paciente) que pueden ser efectivas para el tratamiento de enfermedades arritmogénicas (relativas a los latidos irregulares del corazón)



**Figura 2.** El alacrán o escorpión *Hoffmanniadrurus gertschi* dentro de botella de mezcal. Su distribución incluye los estados mexicanos de Morelos y Guerrero, por lo que la especie sólo se conoce para el país; es endémica. El ejemplar dentro de la botella mide 11 centímetros desde la parte anterior del cuerpo a la punta de la «cola». Imagen de Fabio Cupul.

y con capacidades antimicrobianas (se ha descubierto que inhiben el crecimiento de al menos seis tipos de bacterias).

Al parecer, el valor del alacrán *Hoffmanniadrurus gertschi* va más allá de ser un simple objeto decorativo dentro de una botella de mezcal, en virtud de que la investigación científica de las propiedades terapéuticas de su veneno puede llegar a ser parte de la clave que ayude a la especie humana a aliviar sus males y favorecer su permanencia sobre la faz de la Tierra.

## LITERATURA RELEVANTE

- Cupul-Magaña, F. G., y Francke, O. F. (2013). Tres especies de alacranes (Scorpiones: Buthidae y Vaejovidae) embotellados en mezcal mexicano. *Revista Ibérica de Aracnología*, (22), 123-124.
- Cupul-Magaña, F. G., y González-Santillán, E. (2023). Veneno embotellado en mezcal. *Lucidum Ciencia*, (4), 18-21.
- Quintero-Hernández, V., Cesa Luna C., y Muñoz-Rojas, J. (2017). Péptidos antimicrobianos de alacrán. *Alianzas y Tendencias*, 2(2), 1-5.
- Santibáñez-López, C. E., Francke, O. F., Ureta, C., y Possani, L. D. (2015). Scorpions from Mexico: From species diversity to venom complexity. *Toxins*, 8(1), 10.3390/toxins8010002
- Soleglad, M. E. (1976). The taxonomy of the genus *Hadrurus* based on chela trichobothria (Scorpionida: Vejovidae). *Journal of Arachnology*, 3, 113-134.



## Los bezoares de Mika

Fabio G. Cupul Magaña

**RESUMEN:** El relato aquí presentado de los cálculos extraídos (piedras) de la vejiga de mi perra Mika, quien sufría de urolitiasis, traen a la mente la imagen de los bezoares, aquellos prodigiosos talismanes que durante el Medioevo eran capaces de neutralizar hasta al más poderoso veneno conocido. Y, en verdad ¿son los bezoares efectivos antivenenos?

*Palabras clave:* cabra asiática, folclor, piedra de venado, pitbull, urolitiasis.

### UROLITIASIS

Mika, si no me equivoco, es una American Staffordshire Terrier de ocho años a quien genéricamente se le ubica dentro de la raza de los perros «pitbull» (Figura 1). Su marcada musculatura y ese gran hocico repleto de afila-



**Figura 1.** Un retrato de Mika.  
Imagen de Fabio Cupul.

Recibido: 04/03/2023

Aceptado: 11/03/2024

Publicado: 13/03/2024

Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco. fabio.cupul@academicos.udg.mx

dos dientes, nos hace pensar en ella como una agresiva y brutal bestia asesina. Sin embargo, su presencia imponente contrasta fuertemente con su apacible y amigable carácter.

Durante los últimos meses, Mika se notaba retraída y desganada. Sólo las salidas de paseo al campo le inyectaban ánimos y la activaban. Pero, durante estos recorridos, su andar era constantemente interrumpido por incontables y breves paradas para orinar. Como resultado de este comportamiento, fue llevada al veterinario. Después de múltiples exámenes físicos y pruebas radiológicas, se diagnosticó a la urolitiasis como la responsable de su silencioso sufrimiento.

Como su etimología lo indica, la urolitiasis es un padecimiento caracterizado por la presencia de «piedras», cálculos propiamente dicho (del latín *calculus* =piedrecilla), en las vías urinarias (el tipo de dieta, por lo general, favorece la formación de los cálculos). La obstrucción generada por estos objetos dificulta la

micción y provoca gran dolor al paciente. En el caso particular de Mika, un número cercano al medio centenar de cálculos (constituidos principalmente de magnesio), con diámetros que oscilaban desde 0.5 milímetros (la mayoría) hasta los tres centímetros (al menos ocho), colmaban su vejiga (Figura 2). Por fortuna, las «piedras» lograron retirarse a través de una intervención quirúrgica para alivio y gozo de Mika.

## BEZOAR, PODEROSO TALISMÁN

Hoy en día, estos exóticos cálculos son meros recuerdos de un malestar que aquejaba a mi mascota. Sin embargo, la situación era muy diferente durante el Medievo, pues estas «piedras», llamadas bezoares, eran consideradas como poderosos talismanes capaces de contrarrestar al más tóxico de los venenos. (Bezoar es una palabra de raíces persas que significa «un antídoto contra el veneno»).

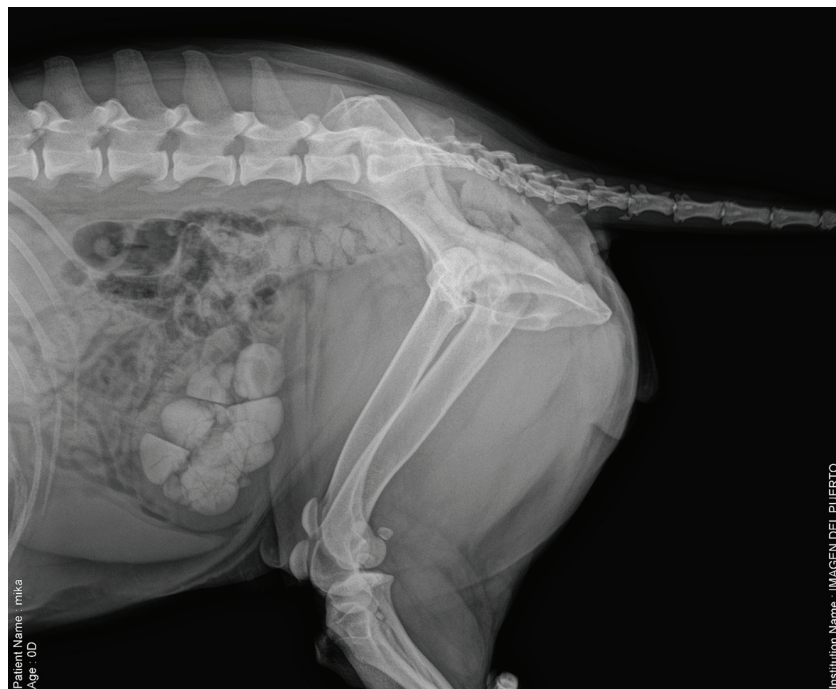


Figura 2. Imagen radiológica, en vista posterior lateral izquierda, del cuerpo de Mika. En la porción centro izquierda de la imagen se observa el cúmulo de cálculos en la vejiga. Imagen adquirida por el autor a Imagen del Puerto.



Por esta facultad sobrenatural de neutralizar cualquier veneno, los bezoares llegaron a convertirse en objetos de primera mano entre la nobleza de las cortes reales; siempre temerosa de perder la vida a manos de sus adversarios a través de bebidas o alimentos impregnados con pócimas mortales. Precisamente, la alta demanda de los bezoares por la gente pudiente de aquellos tiempos, los hizo alcanzar precios muy altos en el mercado, tanto, que algunos de ellos llegaron a valer su peso en oro y ser tan valiosos como los cuernos de los unicornios.

Igualmente, la gente de escasos recursos económicos, temerosa también de ser víctima de algún envenenamiento, podía tener acceso a los bezoares al rentarlos por tiempo determinarlo. La sola renta de la «piedra» bastaba para que ésta revelara sus fantásticos poderes, pues únicamente necesitaba entrar en contacto con la bebida o el alimento para contrarrestar cualquier veneno presente. Pero, si se deseaba un efecto mucho mayor o más efectivo, sólo se requería añadir unas cuantas limaduras de la «piedra» milagrosa sobre lo que se deseaba ingerir.

## ORIGEN SOBRENATURAL

Los bezoares son cálculos (Figura 3) que se generan en el tracto digestivo o urinario de muchos animales, inclusive humanos. (Uno muy conocido se encuentra en los venados, donde su estómago puede contener un bezoar llamado «piedra de venado», el cual ofrece a la

persona que lo porte, con la condición de no revelar a nadie su valiosa posesión, la buena fortuna de cazar siempre un venado).

La razón que llevó a considerar a los bezoares como objetos con poderes prodigiosos, yace en una antigua leyenda persa. En ella, se relata que las cabras, en particular las cabras salvajes asiáticas, tienen por costumbre atrapar y devorar serpientes venenosas durante cierta estación del año. Así, cuando el veneno del ofidio calienta el cuerpo de las cabras, éstas se introducen en el agua de un charco cercano para refrescarse. Durante ese lapso, aprovechan y se dedican a comer plantas curativas que se congelan y solidifican en sus estómagos, formando una piedra dura hecha de capas, como si de una cebolla se tratase. La piedra, al atrapar el veneno, impide la intoxicación y muerte de los animales. De esta forma, la mezcla de elementos curativos y ponzoñosos,



**Figura 3.** Muestrario de cálculos o bezoares extraídos de la vejiga urinaria de Mika. La escala abajo en la imagen corresponde a centímetros.

Imagen de Fabio Cupul.

dotan al bezoar de sus mágicas propiedades terapéuticas.

Y, aunque no hay evidencia científica de tales poderes, aún persisten algunas «terapias alternativas» (como «la piedra de vaca», que utiliza bezoares recuperados de estómagos de estos mamíferos rumiantes) para curar cualquier tipo de mal que aqueje la salud de las personas, desde la melancolía, pasando por los males del corazón y hasta la peste. Si la piedra bezoar fuera una panacea, sin duda se encontraría en el botiquín de primeros auxilios de cualquier herpetólogo, pues era considerada como neutralizadora del veneno inoculado por la mordedura de cualquier reptil ponzoñoso y, si la piedra se colocaba enfrente de la boca de una serpiente venenosa, ésta, sin duda desfallecería irremediablemente.

## LITERATURA RELEVANTE

- Barroso, M. S. (2014). The bezoar stone: A princely antidote, The Tavora Sequeira Pinto Collection - Oporto. *Acta Medico-Historica Adriatica*, 12(1), 77-98.
- Espinoza-González, R. (2016). Bezoares gastrointestinales: mitos y realidades. *Revista Médica de Chile*, 144(8), 1073-1077.
- González-Alcalde, J., Barreiro-Rodríguez, J., Diéguez-Jiménez, C., y García-Guinea, J. (2010). Antivenenos del siglo XVIII: las piedras bezoares del Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Madrid Histórico*, 30, 47-50.
- Grenon, S. J. (2013). Piedras Bezares: estudios históricos coloniales. *Revista de la Universidad Nacional de Córdoba*, (5-7), 281-302.
- Llamas Camacho, E. G., y Ariza Calderón, T. (2019). Piedras bezoares entre dos mundos: de talismán a remedio en el septentrión novohispano, siglos XVI-XVIII. *Historia Crítica*, (73), 43-64.
- Millones-Figueroa, L. (2014). The bezoar stone: a natural wonder in the New World. *Hispanófila*, (171), 139-156.
- Milton, C., y Axelrod, J. M. (1951). Calculi and other stones found in mammals. *Journal of Mammalogy*, 32(2), 139-154.

# Helmintos: crisis sanitaria en México

Marco Esau González-Navarro<sup>1</sup> y  
María del Carmen Navarro-Rodríguez<sup>2</sup>

**RESUMEN:** Los helmintos, endoparásitos multicelulares humanos, como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura* son un problema de salud pública a nivel mundial, especialmente en países en vías de desarrollo, siendo México uno de los países afectados por estos organismos. Se estima que 3.5 billones de personas en todo el mundo están colonizados por parásitos intestinales. Estas colonizaciones pueden no representar una amenaza vital para el portador, cursando inclusive asintomático, sin embargo, puede llegar a tener repercusiones a corto como a largo plazo como cuadros diarreicos, compromiso del estado nutricional afectando el desarrollo físico y cognitivo del individuo el cual a su vez aumenta la probabilidad de adquirir o desarrollar otras enfermedades infecciosas como el VIH. Con este antecedente epidemiológico y con estas repercusiones en la salud del portador, se consideró

de relevancia la revisión y divulgación de este tema en específico.

*Palabras clave:* gusanos, enfermedad, parásitos, intestino, salud.

## INTRODUCCIÓN

Las parasitosis intestinales (PI) o enteroparasitosis representan un problema de salud pública, principalmente en la mayoría de los países de África, el Sudeste Asiático y Latinoamérica. Se estima que 3.5 billones de personas se encuentran colonizadas por parásitos intestinales en todo el mundo, reportándose cada año más de 10.5 millones de casos nuevos, en el que protozoarios como *Giardia lamblia* y *Entamoeba histolytica* o helmintos como *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, y *Schistostoma* son las especies más comunes.

Recibido: 17/04/2024

Aceptado: 08/05/2024

Publicado: 14/05/2024

<sup>1</sup> Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara. Sierra Mojada 950, Col. Independencia, 44340, Guadalajara, Jalisco, México.

<sup>2</sup> Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. Av. Universidad 203, delegación Ixtapa, 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

En México, durante el año 2021 y de acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), se registraron alrededor de 2,500,000 casos de enteroparasitosis, predominando amebiasis, ascariasis y giardiasis.

Las infecciones parasitarias son comunes entre niños de escuelas primarias en comunidades donde el nivel socioeconómico y las condiciones higiénicas son deficientes. Otros factores de riesgo asociados a las parasitosis intestinales son el consumo de agua no purificada, estado nutricional alterado, hacinamiento y malas condiciones de vivienda. Sin dejar a un lado que los viajes a otros continentes junto con el aumento progresivo de la inmigración han incrementado el riesgo de padecer esta enfermedad.

Los efectos de las infecciones parasitarias intestinales (IPI) no sólo se limitan a la morbilidad y mortalidad, también se extienden a problemas nutricionales (como lo son la pérdida de peso, retraso en el crecimiento, anemia por deficiencia de hierro), bienestar psicológico y desarrollo mental (es decir, alteración de la capacidad cognitiva, menor rendimiento educativo y productividad adulta). Además de aumentar la susceptibilidad de presentar diarrea, infecciones como VIH y otras enfermedades infecciosas.

Es por ello la importancia de concientizar sobre el impacto de esta enfermedad, la cual, a pesar de tener mayor presencia en países en vías en desarrollo y cuya morbilidad es importante, sigue representando un riesgo para la salud a nivel mundial debido al incremento constante de su incidencia por diversos factores socio-económicos como se mencionó previamente.

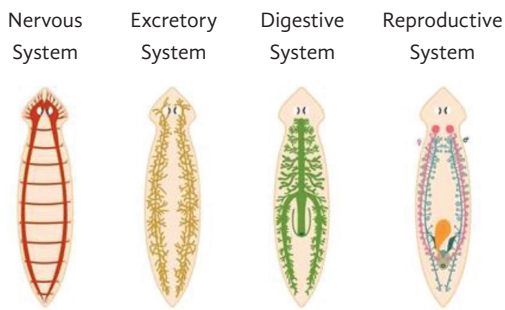
## CARACTERÍSTICAS

Con el término de helmintos se encuadran una serie de organismos pluricelulares, dentro de los que aparecen un gran número de especies parásitas del hombre y de los animales domésticos. Son los parásitos más conocidos popularmente como «gusanos». Bajo esa denominación, se clasifica tres «phylum»: Phylum Plathelminthes (Gusanos Planos), Phylum Nematoda (Gusanos Redondos), Phylum Acanthocephala (Gusanos con espinas en la «cabeza»). A continuación, nos enfocaremos en los filos con las especies más importantes en las infestaciones gastrointestinales.

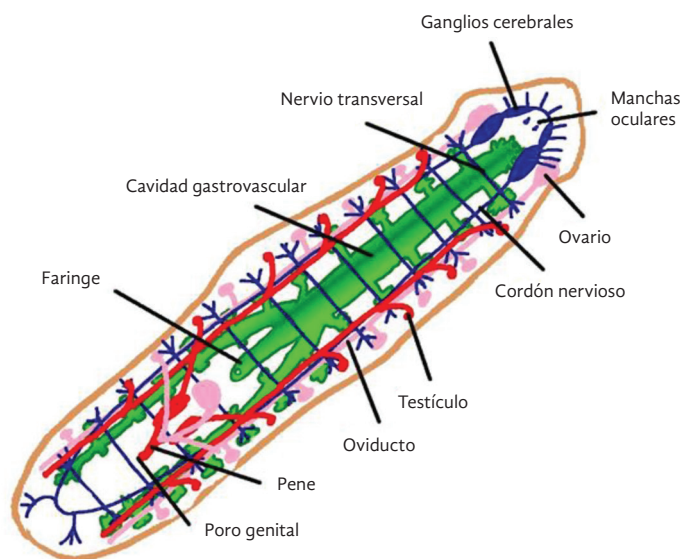
### PHYLUM PLATHELMINTES (gusanos planos)

Los miembros de este phylum son gusanos aplanados dorsoventralmente y de simetría bilateral, triblásticos, carecen de cavidad corporal (ausencia de celoma), de sistema circulatorio y respiratorio. El sistema excretor, cuenta como unidad básica con células flamígeras y el sistema nervioso está formado por un par de ganglios anteriores de los que parten una serie de cordones nerviosos que se dirigen hacia el extremo posterior, se encuentran conectados por nervios transversales localizados en la mesénquima, el sistema completo presenta una estructura en forma de escalera de nudos. La mayoría son monoicos (hermafroditas), aunque algunos son dioicos, lo que significa que presentan sexos separados. Con reproducción sexual y asexual (fragmentación o segmentación) (Figuras 1 y 2). Comprenden alrededor de unas 25,000 especies que habitan ambientes marinos, fluviales y terrestres hú-

medos, la mayoría de sus especies son parásitos que necesitan varios huéspedes, uno para el estado larvario y otros para el estado adulto. Son animales con diferenciación antero-posterior, presentan una región cefálica y una parte posterior caudal, una cara ventral y una dorsal.



**Figura 1.** Sistema nervioso, digestivo, excretor y reproductivo del género *Dugesia*. Fuente: Shutterstock. Uso libre. <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/nervous-reproductive-digestive-excretory-system-planaria-2094276541>

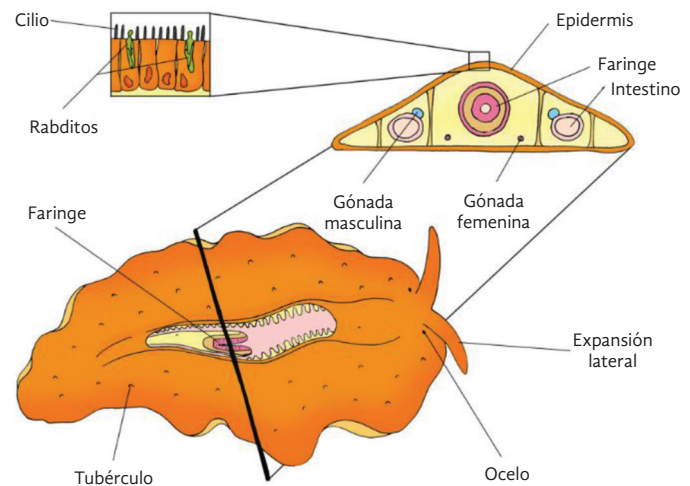


**Figura 2.** Morfología interna del género *Dugesia*. Fuente: Animalandia. Uso libre. <https://animalandia.educa.madrid.org/taxon.php?nombre=Platyhelminthes>

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

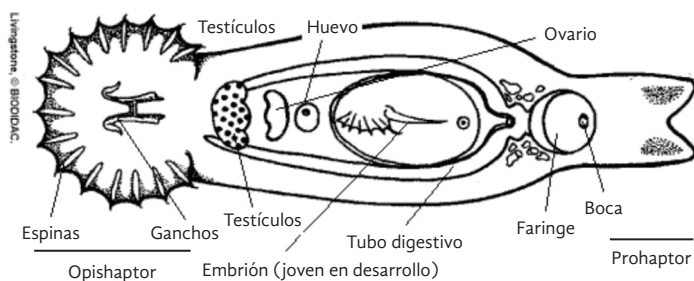
Dentro de este grupo se diferencian cuatro clases: a) **Turbellaria**: la mayoría son especies de vida libre, aunque algunas pueden desarrollar una vida parasitaria en invertebrados, especialmente en equinodermos y moluscos, son de ambientes marinos, aguas dulces y ambientes terrestres húmedos (Figura 3). b) **Mono-genea**: son por lo general especies parásitas de peces y anfibios que se localizan en la piel o branquias, por tanto, ectoparásitos (Figura 4). c) **Trematoda**: parásitos del tracto digestivo de numerosos vertebrados e invertebrados, son parásitos como las duelas (*Fasciola hepática*) por lo general presenta una forma de hoja (Figura 5). d) **Cestoda**: son parásitos del tubo digestivo de todos los vertebrados, con dos o más hospederos, el primero puede ser un invertebrado o bien un vertebrado (Figura 6).

El género *Schistosoma* constituye un grupo de parásitos platelmintos que pertenecen a

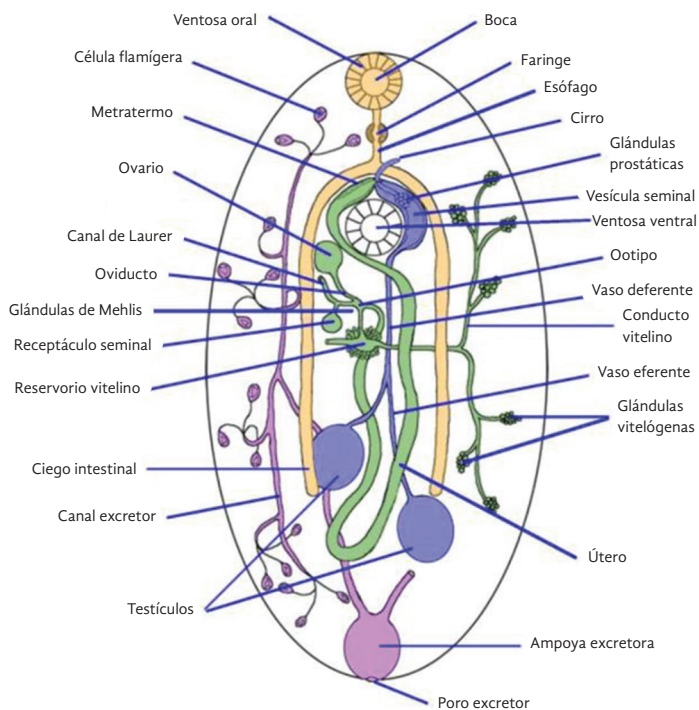


**Figura 3.** Morfología de la Clase Turbellaria. Fuente: Club D'Immersió Biologia. Uso libre. [https://www.cibsub.cat/bioespecie\\_es-plana-ria-55677](https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-plana-ria-55677)

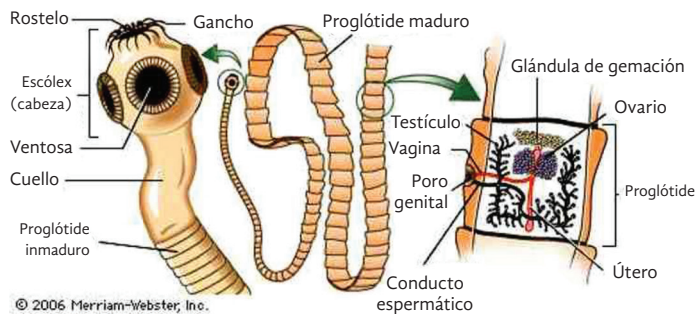




**Figura 4.** Características morfofuncionales de la Clase Monogenea. Fuente: Facultad de Ciencias Marinas, UABC. Uso libre. [http://fcm.ens.uabc.mx/~vzavala/acelomados\\_acuic.pdf](http://fcm.ens.uabc.mx/~vzavala/acelomados_acuic.pdf)



**Figura 5.** Esquema general de la Clase Trematoda (adulto). Fuente: García Moreno *et al.* (2011). Uso libre. [https://www.researchgate.net/publication/265384753\\_Practicas\\_de\\_Zoologia\\_Estudio\\_y\\_diversidad\\_de\\_los\\_Platelmintos\\_Nematodos\\_Nematomorfos\\_y\\_Acan-tocefalos](https://www.researchgate.net/publication/265384753_Practicas_de_Zoologia_Estudio_y_diversidad_de_los_Platelmintos_Nematodos_Nematomorfos_y_Acan-tocefalos)



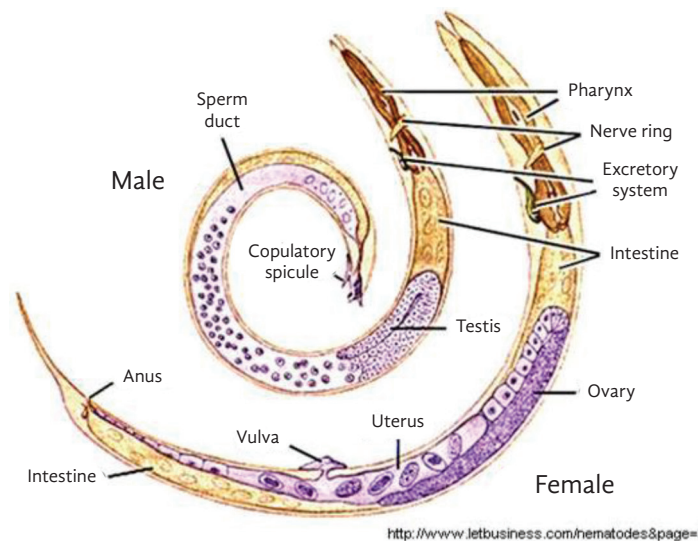
**Figura 6.** Morfología interna y externa del género *Taenia*. Fuente: Martín Pérez, M. (2011). Uso libre. <https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/6C.html>

la clase trematoda. Existen siete especies que afectan al ser humano, siendo *S. haematobium*, *S. mansoni* y *S. japonicum* y *Taenia solium*, entre otras.

## PHYLUM NEMATODA (gusanos redondos)

Son gusanos redondos, bilaterales, pseudocoelomados (falso celoma o cavidades), se han citado alrededor de 500,000 especies, las que habitan en ambientes marinos, dulceacuícolas y terrestres. Posen un sistema digestivo completo a diferencia de las especies parásitas que carecen de estómago. El sistema nervioso está formado por un anillo nervioso que rodea al esófago, y que hace las veces de sistema central. De él parten una serie de cordones nerviosos longitudinales (dorsal, ventral, y dos laterales) que llegan hasta otro anillo nervioso que rodea la porción posterior del intestino. El sistema excretor consiste en un sistema de canales laterales, con o sin glándulas ventrales que se abren cerca del extremo anterior por un poro excretor ventral. Son dioicos, con marcado dimorfismo sexual, los machos se

distinguen por presentar el extremo posterior curvado ventralmente y por la presencia de estructuras o espinas copuladoras en su extremo posterior. En algunas especies solo se conoce la hembra y por tanto la reproducción es por partenogénesis con mitosis o meiosis. Virtualmente todas las especies de vertebrados y numerosos invertebrados sirven como hospederos a uno o más nematodos parásitos. Los nematodos parásitos del hombre producen numerosas enfermedades e incluso la muerte, para los animales domésticos e incluso cultivos son una fuente de grandes pérdidas económicas (Figura 7).

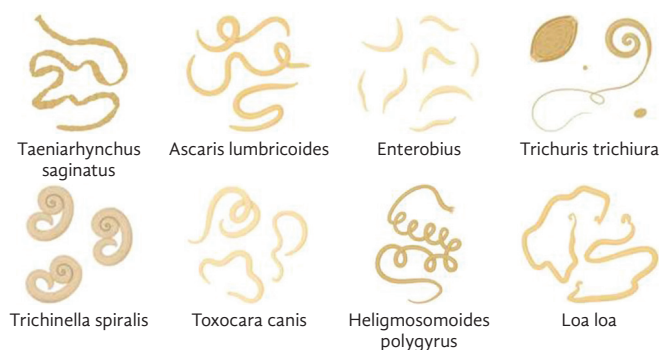


**Figura 7.** Características internas y externas de la hembra y el macho de nematodos. Fuente: Beltrán Gala *et al.* (2011). Uso libre. <https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/15D.html>

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Entre los endoparásitos que más comúnmente afectan al ser humano en nuestro medio se encuentran los parásitos de distribución cosmopolita como *Giardia lamblia*, *Criptospori-*

*dium*, *Blastocystis hominis* (*B. hominis*), *Ascaris lumbricoides* y *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichura*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*, *Anisakis*, entre otros (Figura 8). Presenta solo dos clases Phasmidea y Aphasmidea.



**Figura 8.** Algunos helmintos parásitos del hombre. Fuente: Freepik. Uso libre. [https://www.freepik.es/vector-premium/parasitos-gusanos-helmintos-humanos-gatos-perros-dibujo-mano\\_88508527.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/parasitos-gusanos-helmintos-humanos-gatos-perros-dibujo-mano_88508527.htm)

## IMPORTANCIA

Los helmintos representan un componente clave en la diversidad biológica del planeta, ya que además de estructurar y vincular las tramas tróficas en los ecosistemas, con información sobre sus ciclos de vida y la biología de los parásitos son de vital importancia ya que constituyen una parte importante de la parasitología, provocando numerosas enfermedades graves de los animales y del ser humano. A nivel mundial 133 millones de personas padecen graves infecciones debidas a helmintos intestinales, que a menudo tienen consecuencias graves como alteraciones cognitivas, disentería importante o anemia. Esas enfermedades causan unas 9,400 defunciones cada año. Dentro de los patógenos a determinar los parásitos

son de especial relevancia pues se destacan por su alta resistencia a los diversos factores ambientales además se encuentran relacionados con altos índices de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo, especialmente en la población infantil.

EPIDEMIOLOGÍA

Aproximadamente el 50% de la población total está infectada con una o más especies de parásitos intestinales, siendo *A. lumbricoides* la infección por helmintos intestinales más común. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente 1 billón de personas están infectadas por *Ascaris* y 500 millones por *Trichuris*. Las regiones con alta prevalencia de parásitos intestinales (es decir, *A. lumbricoides* o *Trichuris trichiura*) incluyen Asia, África y América Latina.

Según SINAVE, en México se reporta anualmente una incidencia por 100,000 personas-año en diferentes grupos de edad (es decir, menores a 1 año, 1-5 años, 6-10 años, 11-19 años). La infección por *A. lumbricoides*, es la infección más común por helmintos en México.

El estado de Chiapas, México, ocupa el primer lugar en pobreza multidimensional, con casi el 76.7% de los habitantes en condiciones de pobreza extrema y ha tenido, por casi una década (2000-2008), la tasa más alta de muerte infantil por enfermedades diarreicas. Se analizaron 250 muestras fecales, de las cuales la prevalencia general de parásitos intestinales fue del 38.8% (N= 97). Principalmente entre los niños de Pantepec a diferencia de los otros dos municipios de Chiapas (Chanal y Larrainzar). La mitad de los niños presentaron huevos de *A. lumbricoides*, resultando en una prevalencia del 53.2% y como único parásito intestinal.

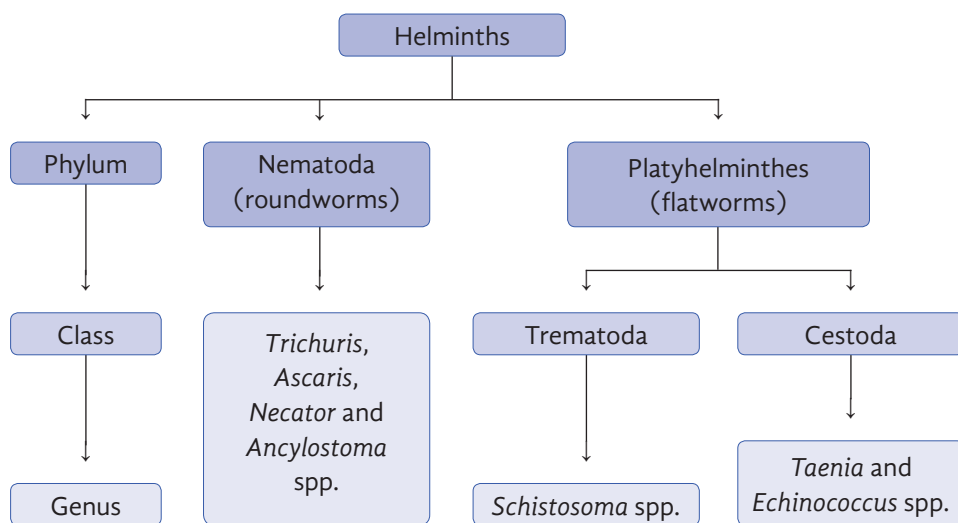
El ciclo de vida de la mayoría de los helmintos consta de varias etapas de desarrollo, las cuales están asociadas con cambios morfológicos y bioquímicos que les proporciona la capacidad de sobrevivir en diferentes entornos hospedadores o externos.

Los parásitos intestinales se clasifican en dos grupos: protozoos y helmintos (Tabla 1 y Figura 9).

Tabla 1. Clasificación de parásitos intestinales

Helmintos intestinales		
Cestodos	Nematodos	Trematodos
<i>Taenia saginata</i>	<i>Enterobius vermicularis</i>	<i>Fasciola hepatica</i>
<i>Taenia solium</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Fasciolopsis buski</i>
<i>Hymenolepis diminuta</i>	<i>Trichuris trichiura</i>	<i>Schistostoma haematobium</i>
<i>Hymenolepis nana</i>	<i>Ancylosotma duodenale</i>	<i>Schistostoma japonicum</i>
	<i>Necator americanus</i>	<i>Schistostoma mansoni</i>
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Schistostoma intercalatum</i>

Fuente: López-Rodríguez y Pérez López (2011). Uso libre. <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S169628181170035X&r=51>



**Figura 9.** Clasificación de helmintos. Fuente: Kathryn *et al.* (2020). Uso libre. <https://www.nature.com/articles/s41572-020-0171-3/figures/1>

## FISIOPATOLOGÍA

Tanto *T. trichiura* como *A. lumbricoides* son helmintos, término general para los endoparásitos multicelulares humanos, muy prevalentes. Las infecciones se producen por la ingesta de huevos embrionados (que contienen un embrión) a través de suelo o alimentos contaminados.

Los huevos de *T. trichiura* eclosionan en el intestino grueso en respuesta a señales moleculares de las bacterias. Las larvas de la primera etapa, L1, penetran en las células epiteliales intestinales. En este nicho intracelular crecen estableciéndose la segunda etapa, L2, y mudan hasta la etapa adulta. A diferencia de *A. lumbricoides*, *T. trichiura* es un parásito entérico.

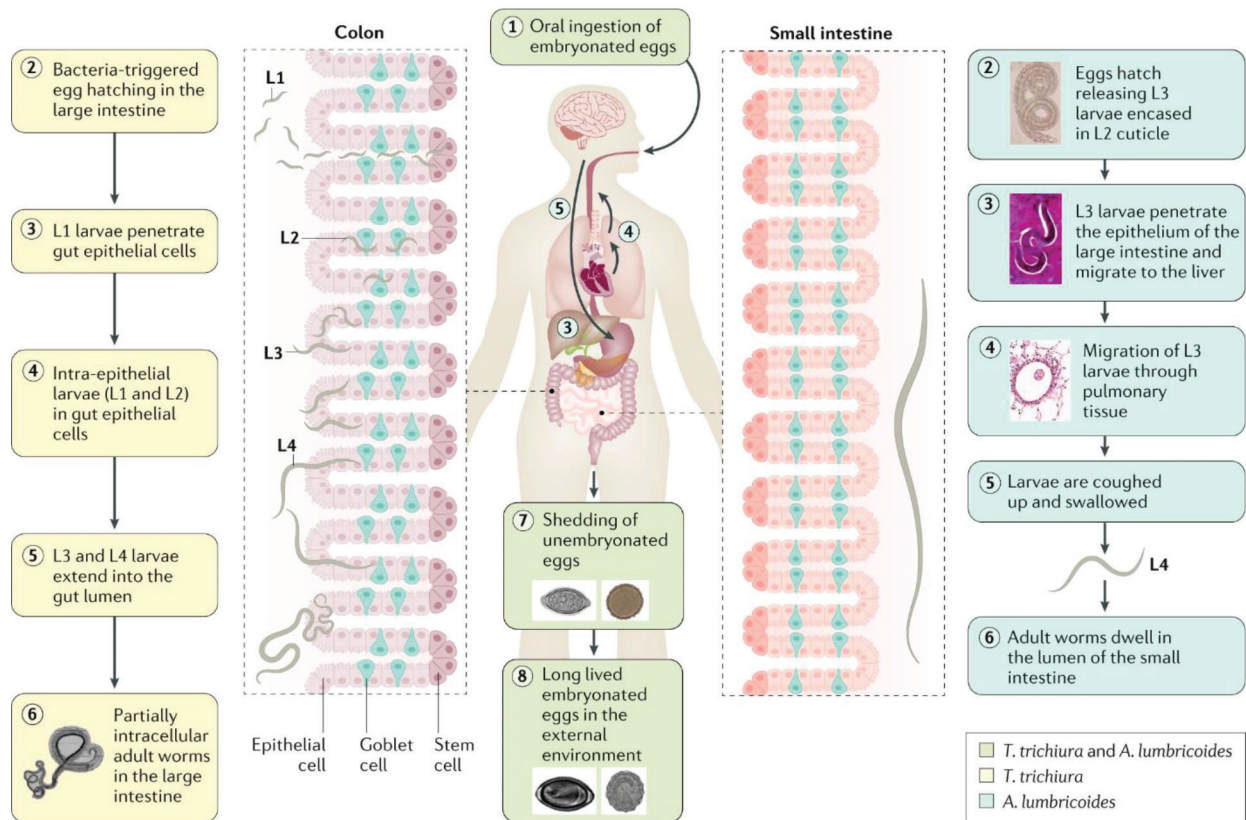
Los huevos de *A. lumbricoides* eclosionan en intestino grueso y liberan larvas L3, cubiertas por la cutícula L2. Las larvas L3 penetran la

mucosa cecal y del colon proximal, realizando una migración hepatotráqueal. Estas migran primero al hígado donde se desprende la cutícula L2 y se produce un mayor crecimiento larvario). Todo esto es posible gracias a los productos excretores/secretores (ESPs) que poseen los helmintos. Estos son una variedad de componentes bioactivos que participan y facilitan la invasión y colonización del huésped, al igual que la modulación de la inmunidad del huésped.

Posterior a ello, las larvas avanzan hacia los pulmones donde penetran los espacios alveolares y se desplazan hasta la faringe, donde pueden ser deglutidas o tosidas. En el intestino delgado las larvas, ahora L4, experimentan una muda final (L5) y se desarrollan hasta la edad adulta.

Los machos y hembras sexualmente maduros *T. trichiura* y *A. lumbricoides* se aparean y las hembras producen huevos no embrionados que se eliminan en las heces donde se desarrollan hasta alcanzar la inefectividad en condiciones apropiadas de temperatura y humedad (Figura 10).





**Figura 10.** Ciclo de vida de *Trichuris trichiura* y *Ascaris lumbricoides*. Fuente: Kathryn et al. (2020).

Uso libre. <https://www.nature.com/articles/s41572-020-0171-3/figures/3>

## CUADRO CLÍNICO

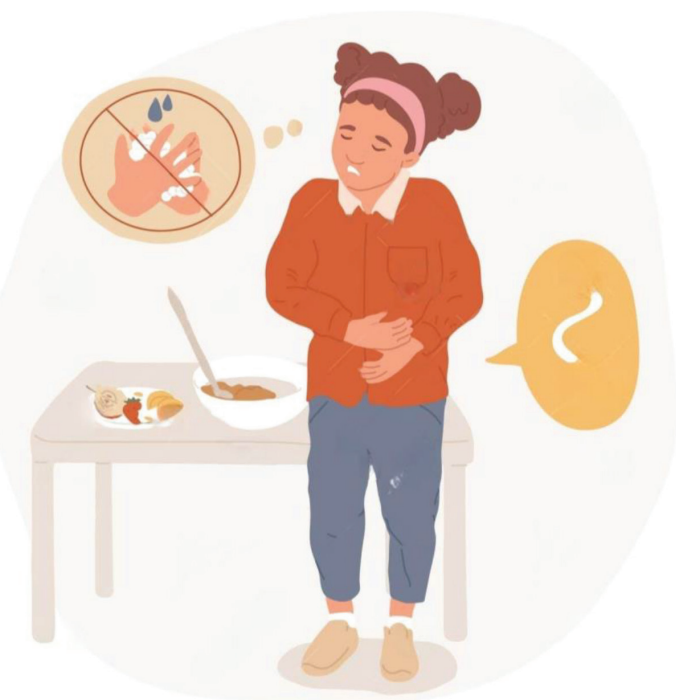
Las infecciones por helmintos transmitidos por suelo (geohelmintos) se encuentran entre las enfermedades tropicales desatendidas más comunes. Prácticamente todos los niños y adultos que viven en pobreza extrema se ven afectados por al menos una de estas infecciones.

La mayoría de los pacientes que padecen ascariasis intestinal son asintomáticos, sin embargo, no es infrecuente presentar anorexia, náuseas, distensión abdominal, malestar abdominal constante y diarrea intermitente (Figura 11). Existen otras complicaciones como la

obstrucción intestinal, cólico biliar, colangitis piógena, ictericia obstructiva, pancreatitis, desnutrición, deficiencia en el crecimiento físico y en el desarrollo cognitivo e intelectual.

Otro hallazgo a mencionar es el desarrollo de enfermedades como el asma y enfermedad obstructiva pulmonar, esto como consecuencia de la migración de las larvas de *Ascaris* a través de los pulmones. A diferencia de *Trichuris*, el cual habita en el intestino grueso, puede ocasionar colitis, enfermedad inflamatoria intestinal o un síndrome de disentería *Trichuris* que puede ocasionar un prolapso rectal.





**Figura 11.** Síntoma por parasitosis intestinal.

Fuente: Krauchuk y Alamy (2024). Uso libre.

<https://www.alamy.es/tenias-aisladas-ilustracion-vectorial-de-dibujos-animados-ni-no-triste-con-tenias-se-aferra-a-la-barri-ga-falta-de-higiene-corporal-personal-pro-blemas-de-nutricion-parasitos-intestinales-vec-tor-de-dibujos-animados-image538432676.html?imageid=1BFC3363-C3CA-4E35-9D92-12522169E6D8&p=1259236&pn=1&-searchId=b452fbcf35ebdffaf77ce114d83e-da62&searchtype=0>

## DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de las infecciones por geohelminths, se basa en gran medida en la microscopía convencional, permitiendo identificar y cuantificar productos derivados del parásito (incluidos los huevos) en las heces y orina como lo son las concentraciones de antígenos del gusano o incluso la detección molecular del ADN del parásito en sangre.

## MANEJO

La mayoría de las infecciones por helmintos se pueden tratar fácilmente con medicamentos antihelmínticos mediante la administración a gran escala de albendazol o mebendazol. Sin embargo, se ha logrado avances en el desarrollo de vacunas dirigidas a estos parásitos ya que son consideradas una solución eficaz a largo plazo para controlar y eliminar las infecciones por estos parásitos. Por el momento se han progresado en modelos animales, pero hay pocos datos sobre las respuestas inmunitarias en humanos.

También se ha demostrado que la disponibilidad de agua, el saneamiento e higiene influyen en la tasa de exposición a materiales infecciosos en el medio ambiente (larvas).

## CONCLUSIÓN

Es de suma importancia identificar aquellos factores socio-económicos que predisponen al huésped, nosotros, a estar expuestos ante estos organismos que pueden llegar a representar una amenaza para nuestro bienestar, enfatizando a la vez la gran presencia que tienen a nivel mundial y cómo se han vuelto un problema para el sector salud sobre todo en países en vías de desarrollo como los son los latinoamericanos, siendo México uno de los países más vulnerables ante esta problemática. Atender los desafíos que conlleva el manejo y la atención de las enfermedades ocasionadas por estos parásitos y el campo por explorar en cuanto al desarrollo de nuevas opciones terapéuticas contra estas patologías.

## LITERATURA RELEVANTE

- Assemie, M. A., Shitu Getahun, D., Hune, Y., Petrucka, P., Abebe, A. M., Telayneh, A. T., Ambaw, M. M., Ketema, D. B., Getaneh, T., Mengist, B., Alene, M., y Habtegiorgis, S. D. (2021). Prevalence of intestinal parasitic infection and its associated factors among primary school students in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(4), e0009379. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009379>
- Crellen, T., Haswell, M., Sithithaworn, P., Sayasone, S., Odermatt, P., Lamberton, P. H. L., Spencer, S. E. F., y Déirdre Hollingsworth, T. (2023). Diagnosis of helminths depends on worm fecundity and the distribution of parasites within hosts. *Proceedings. Biological Sciences*, 290(1991). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2204>
- Else, K. J., Keiser, J., Holland, C. V., Grencis, R. K., Sattelle, D. B., Fujiwara, R. T., Bueno, L. L., Asaolu, S. O., Sowemimo, O. A., y Cooper, P. J. (2020). Whipworm and roundworm infections. *Nature Reviews. Disease Primers*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0171-3>
- García, P. B., Escribano, B. M., y González, J. R. (2021). Parasitosis intestinales. En *Tratamiento en Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica* (pp. 185-200). Ergon.
- Gutierrez-Jimenez, J., Torres-Sanchez, M. G. C., Fajardo-Martinez, L. P., Schlie-Guzman, M. A., Luna-Cazares, L. M., Gonzalez-Esquínca, A. R., Guerrero-Fuentes, S., y Vidal, J. E. (2013). Malnutrition and the presence of intestinal parasites in children from the poorest municipalities of Mexico. *Journal of infection in developing countries*, 7(10), 741-747. <https://doi.org/10.3855/jidc.2990>
- Lebu, S., Kibone, W., Muoghalu, C. C., Ocha-ya, S., Salzberg, A., Bongomin, F., y Manga, M. (2023). Soil-transmitted helminths: A critical review of the impact of co-infections and implications for control and elimination. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(8), e0011496. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011496>
- Loukas, A., Maizels, R. M., y Hotez, P. J. (2021). The yin and yang of human soil-transmitted helminth infections. *International Journal for Parasitology*, 51(13-14), 1243-1253. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2021.11.001>
- Meulah, B., Bengtson, M., Van Lieshout, L., Hokke, C. H., Kreidenweiss, A., Diehl, J.-C., Adegnika, A. A., y Agbana, T. E. (2023). A review on innovative optical devices for the diagnosis of human soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis: from research and development to commercialization. *Parasitology*, 150(2), 137-149. <https://doi.org/10.1017/s0031182022001664>
- Morales-Espinoza, E. M., Sánchez-Pérez, H. J., García-Gil, M. del M., Vargas-Morales, G., Méndez-Sánchez, J. D., y Pérez-Ramírez, M. (2003). Intestinal parasites in children, in highly deprived areas in the border region of Chiapas, Mexico. *Salud Pública de México*, 45(5), 379-388. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342003000500008>
- Rooney, J., Northcote, H. M., Williams, T. L., Cortés, A., Cantacessi, C., y Mophew, R. M. (2022). Parasitic helminths and the host microbiome - a missing 'extracellular vesicle-sized' link? *Trends in Parasitology*, 38(9), 737-747. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2022.06.003>

