

sabermás

Revista de Divulgación
de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Año 12 / Número 71/ 2023
Morelia, Michoacán, México

U.M.S.N.H.

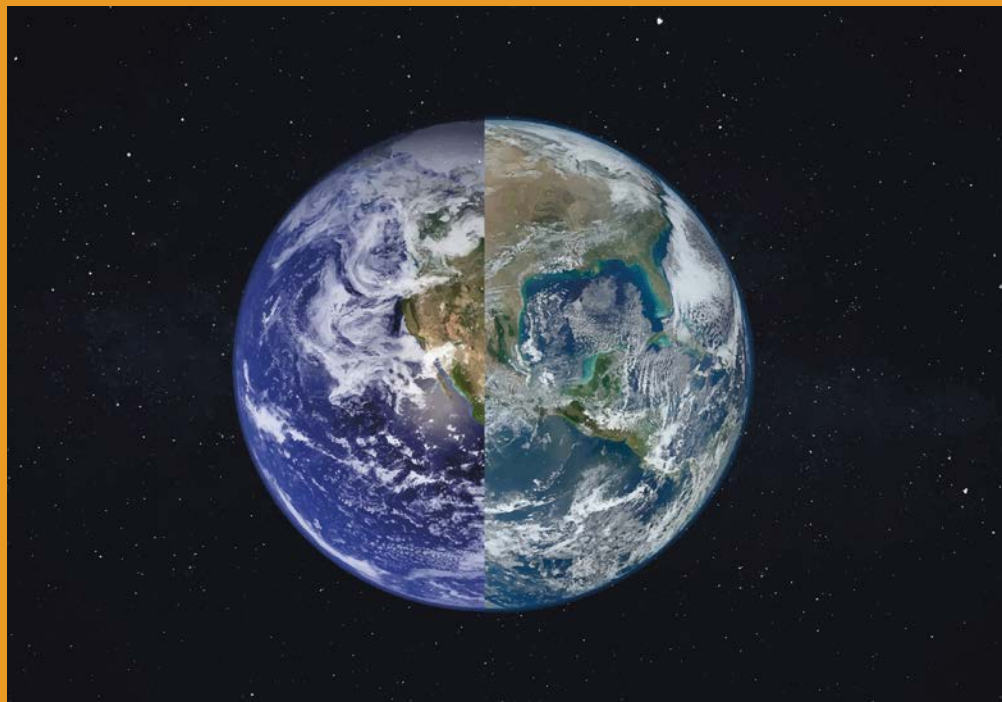
ISSN 2007-7041



UNIVERSIDAD MICHOCACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

ISSN-2007-7041

CONTENIDO

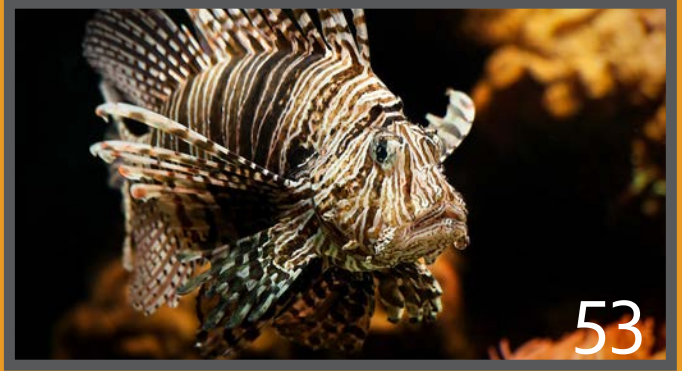
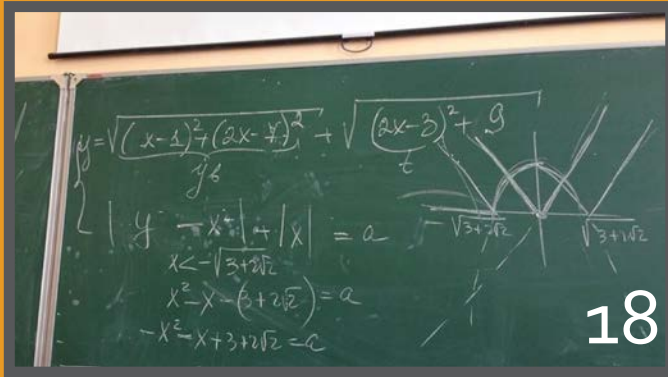


Dana Adaid Becerra Zaragoza y Mauricio Alejandro Santos Pérez
Ambos estudiantes de la Facultad de Bellas Artes de la UMSNH
Técnica: Ilustración digital

Daño e impacto ambiental en la antigüedad

46

ARTÍCULOS	El límite que no es restricción: Un motivo por el que reprobas cálculo	18
	Lo que debemos saber de las serpientes coralillo	22
	Enzimas, las obreras moleculares de los seres vivos	26
	¿De dónde provienen los fármacos anticancerosos?	32
	Artrópodos en la hojarasca: Un auténtico microcosmos	37
	¿Existe la energía «limpia»?	42
	Mitos y realidades sobre el pez león: Invasor del Océano Atlántico	53
	El pacífico mexicano y sus ballenas jorobadas	58
	El mero rojo en Yucatán: En peligro de extinción	63
	Los langostinos: Pequeños chacales de río	67
	Crinoideos: Jardines marinos del Paleozoico	72
	¡Tengo muchos medicamentos caducos y no sé qué hacer con ellos!	77
	Educación para un desarrollo sustentable en México	82
	¿Qué hay detrás de una copita de mezcal tradicional?	86



ENTÉRATE

- Sistemas energéticos rurales sustentables ¿Por dónde empezar? 6
- ¿Qué sabemos del glifosato en México? 9

TECNOLOGÍA

- Calor residual: Consecuencias y oportunidades 90

UNA PROBADA DE CIENCIA

- Un buen plato de sopa* 94

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- La obesidad a través de la historia 97

LA CIENCIA EN EL CINE

- La Librería* 102

NATUGRAFÍA

- Luna 3D* 107

INFOGRAFÍA

- Quehacer Científico Nicolaita 108



Entrevista Dr. Gerardo Vázquez Marrufo

Profesor Titular e Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

12

DIRECTORIO



Rectora

Dra. Yarábí Ávila González

Secretario General

D. C. E. Javier Cervantes Rodríguez

Secretario Académico

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

Secretario Administrativo

Dr. Edgar Martínez Altamirano

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Miguel Ángel Villa Álvarez

Secretaria Auxiliar

Mtra. Mónica Gutiérrez Legorreta

Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

Tesorero

C. P. Enrique Eduardo Roman García

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Jesús Campos García

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 12, No. 71, septiembre - octubre, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, sabermas.publicaciones@umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Área de Tecnologías y Procesos de Información de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 17 de noviembre de 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán. México.

Editor

Dr. Horacio Cano Camacho
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán. México.

Comité Editorial

Dr. Jesús Campos García
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña
Instituto de Física y Matemáticas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y
Sustentabilidad (Campus Morelia)
Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

M.C. Ana Claudia Nepote González
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

EDITORIAL

Seguramente todos recordamos, en alguna fase de nuestra educación formal, alguna materia "coco" o "difícil". Seguramente para muchos lo fueron matemáticas, química o física, que suelen ser las más complejas. Algunos estudios realizados en el nivel secundaria en México mostraron que estas asignaturas tenían un gran problema en la enseñanza porque los que sabían, por ejemplo, matemáticas, no tenían formación pedagógica y no sabían enseñar, mientras que los que, si tenían esta formación, no sabían matemáticas... es un asunto complejo. En este número de saber más se toca un caso que a mí me angustió en la preparatoria, los famosos "límites" y el por qué se convierte en un verdadero coco. Interesante reflexión, no se la pierda.

Parece que hoy nos toca desensamblar muchos mitos, como el de las serpientes coralillo, resulta que, sobre estos fabulosos animales, pesa una confusión que puede resultar peligrosa. Esto tiene que ver con los anillos de colores que los decoran. Anillos amarillos, seguidos por un rojo intenso para regresar al amarillo con algunas pausas de anillos negros o ¿blancos? ¿cómo era? Imaginemos que andamos en el campo y nos enfrentamos a una situación de estas, ¿es un coralillo? ¿es una falsa coralillo o un coralillo no venenoso? Ponernos a contar anillos y patrones de acomodo puede resultar fatal. Por fortuna, estas serpientes son pacíficas si no las molestamos, pero mejor dejemos que un experto nos cuenta en *Saber más*, como enfrentar estas situaciones y lo mejor, es informarnos.

Siguiendo con los mitos, seguramente les ha pasado que algún vecino se queja de la "basura" que generan los árboles del parque, incluso del

camellón. Esa supuesta basura no es tal, son productos orgánicos que juegan, en condiciones naturales, un papel fundamental en el establecimiento de poblaciones de miles de organismos, desde bacteria, hongos, artrópodos y otros seres vivos. La hojarasca es un microcosmos fundamental y sería muy bueno que le demos un vistazo para desechar esa imagen de que se trata de "basura". Y así podemos seguir con diversos temas, por ejemplo ¿existe la energía limpia? Este es un gran tema y seguro la respuesta le sorprenderá, vengase a las páginas de nuestra revista...

Un mito muy interesante es el de "culparnos", a las generaciones recientes, por la alteración del medio ambiente a través de la contaminación y los desechos. No se trata de rehuir la responsabilidad que, si tenemos, pero en realidad buena parte de nuestra existencia se ha construido de la modificación y adaptación del medio circundante. Muchas de las actividades que nos permiten vivir y ser lo que somos, son producto de estas modificaciones y alteraciones. La agricultura, la ganadería, la vivienda, la alimentación, el vestido, la movilidad no son productos de la naturaleza, son fenómenos de verdadera ingeniería primitiva y no tanto. Venga a nuestro artículo de portada, se sorprenderá y verá el mundo de otra manera.

Saber más viene ahora muy completo, con muchos temas y secciones escritas por especialistas que nos llevan a entender de manera muy completa y lúdica el universo en que vivimos. Comencemos el viaje.

Horacio Cano Camacho
Editor



ENTÉRATE

Sistemas energéticos rurales sustentables ¿Por dónde empezar?

*Luis Bernardo López-Sosa y Carlos A. García-Bustamante



<https://pixabay.com/es/photos/molino-bomba-de-agua-energ%C3%ada-e%C3%B3lica-4336241/>

De forma cotidiana, existen necesidades básicas que requieren ser satisfechas en el sector residencial, el acceso al agua, la vivienda, la alimentación, el manejo de residuos y el acceso a la energía, son alguna de ellas que, dependiendo el enfoque pragmático, antropológico o ecosistémico, se pueden identificar como básicas o complementarias. **El acceso a la energía es uno de los aspectos relevantes que ha causado interés en los últimos años.** Tal vez de manera indirecta porque resulta frecuente escuchar sobre los altos precios de la gasolina o el gas licuado de petróleo (L.P.), o quizás porque leemos acerca de temas sobre las reformas legislativas para la energía, y en ocasio-

nes porque vemos infomerciales relacionados con vehículos que utilizan fuentes de energía como la eléctrica o sistemas híbridos.

En cualquier caso, **la energía se relaciona directamente con nuestra vida diaria:** cuando nos trasladamos de un punto a otro, cuando cocinamos alimentos, cuando prendemos una lámpara para leer, cuando escuchamos música tomando clases virtuales, incluso cuando dormimos estamos interactuando con procesos vinculados a diversas formas de aprovechamiento de la energía. La energía **está presente en todo lo que hacemos**, y en todos los lugares, a veces en procesos eficientes y otras en escenarios totalmente opuestos.

Los sistemas energéticos

Siendo la energía tan importante en la vida de la sociedad, ha sido posible establecer, debido al desarrollo tecnológico, diversos sistemas energéticos que posibilitan que a kilómetros de distancia se produzca la energía que en este momento consumimos. **Un sistema energético es el mecanismo con el que el ser humano obtiene, transforma, distribuye y utiliza la energía.** Actualmente, los sistemas energéticos convencionales **utilizan principalmente recursos fósiles** para la producción de la mayor parte de energías que se utilizan para satisfacer las necesidades de los diferentes sectores: residencial, industrial, transporte y agropecuario. Y, aunque el esquema de suministro no es el más eficiente, sí es el que presenta la mayoría de estos sistemas, usualmente centralizados, es decir, la energía debe viajar muchos kilómetros hasta llegar al usuario final. Por ejemplo, la energía eléctrica que está consumiendo un teléfono celular ahora, probablemente proviene de una planta carboeléctrica situada a cientos de kilómetros de donde está el celular.

En estos casos, la distancia únicamente es un factor que fomenta la ineficiencia porque el uso de recursos, como el carbón, no solo es un proceso de esta naturaleza, sino que es contaminante debido a las emisiones que genera y que contribuyen al calentamiento global. Como este ejemplo, **existen varios en los sistemas energéticos actuales que propician esquemas ineficientes, contaminantes y volátiles en sus costos**, porque dependen de recursos no renovables y son carentes de acceso universal a la población, esto último porque generalmente los recursos energéticos fósiles están en determinados lugares y, en muchos casos, son restringidos a su explotación por un número pequeño de industrias que controlan los precios, la oferta y la demanda.

En este contexto, **los sistemas energéticos convencionales no resultan tan atractivos si lo que se busca es la soberanía energética y el acceso universal a un tipo de energía que sea justa, segura, asequible y sustentable.** Estos esquemas tradicionales de satisfacción de la demanda energética, ya no responden a las actuales circunstancias del consumo, el territorio y la temporalidad contemporánea.

Tanto el sector urbano como el sector rural, están inmersos en los esquemas que dictan los sistemas energéticos convencionales, aludiendo a la «convencionalidad» porque son los que predomi-

nan, no porque sean los más requeridos. Y aunque son muchas las deficiencias y particularidades de estos sistemas, los paradigmas actuales de sustentabilidad, así como la agenda 2030, dictada por la Organización de las Naciones Unidas para establecer escenarios asequibles justos y sustentables a través de los 17 objetivos para el desarrollo sostenible, demandan el **surgimiento de sistemas alternativos que respondan a las necesidades actuales de la sociedad y del planeta.**

De forma contrastante, **en el sector rural** —a diferencia del sector urbano— **existen diversos recursos energéticos renovables como el solar, eólico, bioenergía, hidráulica, geotérmica, por mencionar algunas**, y en cuyo caso muchas veces coexisten varios de ellos y es común que no sean utilizados. Lo anterior representa una oportunidad de aprovechamiento por dos razones: la primera, debido a que son **recursos energéticos renovables gratuitos**, con alto potencial de uso y están en disponibles de forma local; la segunda, porque **su aprovechamiento representa una estrategia de generación de energía** distribuida, asequible, eficiente y de menor impacto ambiental en comparación con las fuentes convencionales. Así que la posibilidad de buscar alternativas a los sistemas energéticos actuales, posee la motivación suficiente sustentada en estos recursos energéticos locales.

Los sistemas energéticos rurales sustentables

Si bien, el estudio de los sistemas energéticos alternativos no es reciente, ya que existen esfuerzos por tratar de estudiarlos de manera más integrada en comunidades rurales de países en desarrollo desde diferentes enfoques, lo cierto es que en años recientes su construcción e implementación se ha visualizado en entornos locales, como una **estrategia de promover seguridad energética e implementar esquemas sostenibles de gestión de la energía.** En particular, referirse a los entornos locales con especificidades rurales para el diseño de estos sistemas, tiene su sustento en las formas organizativas, la disposición de los recursos energéticos locales, así como la posible implementación y mejora continua de aquellas poblaciones que se administran y rigen con base en su necesidades individuales, colectivas y de servicios, pero que con la cohesión social y el sentido de comunidad y «bien común», pueden asegurar el uso sostenido de este tipo de sistemas, ya que además, son sistemas eficientes y pueden proveer la autosuficiencia, así

como ser benefactores en diversas dimensiones de la sustentabilidad: social, económica y ambiental.

Un **sistema energético rural sustentable debe considerar la obtención, transformación, distribución y uso de la energía de una forma sustentable**, posibilitando la identificación, desarrollo, adaptación e implementación de las tecnológicas que permitan satisfacer las necesidades energéticas individuales y colectivas en comunidades, haciéndolo de manera comprensiva, considerando los recursos energéticos disponibles para su operación, así como asumiendo la generación de menores impactos en la sostenibilidad, es decir, impactos ambientales, sociales y económicos; al tiempo que promueva los aspectos de interacción con los usuarios como su facilidad de operación, seguridad, asequibilidad, versatilidad, uso sostenido, entre otros.

Para poder lograr lo anterior, **es necesario realizar evaluaciones claras y rigurosas sobre las necesidades energéticas en comunidades rurales**; sus recursos energéticos disponibles de manera local y establecer una comunicación de calidad y calidez entre los actores involucrados en la formulación del sistema energético rural sustentable. Es decir, dichas evaluaciones **deben estar basadas en el conocimiento social más actual, en el diálogo de saberes con los miembros de la comunidad y articularse con los procesos de cocreación y bienestar de las poblaciones** objetivo.

Aunque de forma discursiva se ha abordado mucho sobre el tema de estos sistemas, aún no conocemos alguno en México cuyo uso sostenido dé muestras de su funcionamiento, no por ineficiencia,

sino por la limitación social, normativa, económica y de gestión de la energía de forma convencional que ha impedido su formulación, implementación, uso sostenido y documentación. Para bien, al abordaje de este tema de interés y con potencial de impacto social, recientemente se ha sumado el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), a través de los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), en particular el que refiere a «Energía y Cambio climático», y del que se tiene una **propuesta en desarrollo para codiseñar un sistema energético rural sustentable en la meseta purépecha**, en Michoacán, México, a través de un grupo multidisciplinario de investigadores de diversas universidades públicas y privadas, así como miembros de comunidades indígenas con autogobiernos. Así que en los próximos años se podrán mostrar algunos de los avances que permitan fomentar la implementación, replicación y asimilación de este tipo de sistemas de gestión de la energía.



***Luis Bernardo López-Sosa** y **Carlos A. García-Bustamante**.
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Morelia, Michoacán, México.

lbernardo.lopez@uiim.edu.mx
cgarcia@enesmorelia.unam.mx

MacCarty N.A. y Bryden K.M. (2016). An integrated systems model for energy services in rural developing communities. *Energy*, 113, 536-557. https://www.researchgate.net/publication/305844876_An_integrated_systems_model_for_energy_services_in_rural_developing_communities

Lancheros-Cuesta D. (2022). *Aportes de la ingeniería a la sostenibilidad*. Universidad de La Salle. DOI <https://doi.org/10.19052/978-628-7510-24-1>
CONACYT-Seminario Informativo PRONACES-Energía y Cambio Climático (2021). *Sistemas Energéticos Rurales Sustentables*: <https://www.youtube.com/watch?v=-2Z4aVyrkMo>

ENTÉRATE

¿Qué sabemos del glifosato en México?

*Magín González-Moscoso y Diana Meza-Figueroa



https://pixabay.com/es/photos/search/glifosato/?manual_search=1

Alguna vez hemos escuchado hablar del famoso glifosato, y tenemos al menos la idea de que se utiliza en la agricultura. Precisamente, **es un herbicida utilizado para eliminar las malezas de los campos agrícolas** que pudieran afectar la productividad de los cultivos. El glifosato es considerado como el **herbicida más importante** para el manejo de malezas y es el más utilizado en diferentes fórmulas comerciales en todo el mundo. Este herbicida tiene una alta eficacia, amplio espectro, es económico y, de acuerdo a su perfil toxicológico, **normalmente no presenta peligro**.

Desde los grandes campos agrícolas hasta las zonas más pequeñas de siembra de todo México, **el uso de glifosato es una práctica común**. Los glifosatos comerciales se diluyen en agua de acuerdo a la recomendación de la etiqueta y se rocía sobre el follaje de las plantas; al pasar de los días las plantas mueren. Sin embargo, debido a su uso excesivo, se ha aumentado la concentración de la aplicación sobre las plantas, generándose contaminación del ambiente y la posibilidad que represente daños a la salud.

¿Por qué se utiliza tanto el glifosato?

Los agricultores utilizan el glifosato para matar las malezas, es decir, las malas hierbas que salen normalmente en los campos, debido a que estas hierbas pueden competir por espacio, luz, agua y nutrientes esenciales con las plantas agrícolas. Ge-

neralmente, **se utiliza como primera etapa para limpiar el terreno**, incluso se puede aplicar y a los pocos días sembrar, esto último como estrategia para que cuando la planta germine y llegue a etapa de plántula, las malezas estén destruidas y puedan crecer sin problema. También se aplica **en menor medida en etapas de desarrollo de los cultivos** para destruir las malezas que puedan emerger del suelo.

El glifosato **es muy utilizado debido a su alta eficacia y a su bajo costo**, por lo que está al alcance de los agricultores más pequeños de nuestro país. Además, la destrucción de malezas por métodos físicos con herramientas agrícolas, como el uso de azadones o coas, requieren de mayor tiempo para limpiar un terreno, esto se traduce en un mayor gasto económico por los días de trabajo, a la vez que la destrucción por estos métodos no es altamente efectivo, debido a que al no destruir la raíz por completo, las malezas vuelven a emerger en cuanto tengan las condiciones de humedad. Entonces, los agricultores prefieren usar glifosatos para una destrucción total de malezas, ahorrar tiempo y minimizar los gastos económicos.

¿Cuáles son los productos comerciales de glifosato que se venden en México?

Es importante mencionar que el glifosato se utiliza en todo el mundo y que **su uso aumentó a partir del uso de cultivos transgénicos tolerantes a este tipo de herbicida**. Sin embargo, **algunos países han restringido o prohibido su uso**. En el caso de **México**, el glifosato se encuentra **entre el mayor número de registros autorizados para su venta y distribución**, tanto para uso agrícola como urbano.

Las distintas marcas de glifosato recomiendan diferentes dosis por hectárea, y la mayoría de estos productos tienen una concentración entre 360 y 480 g/L de glifosato. La marca comercial de glifosato más vendida y más apreciada por los agricultores es la FAENA® (fuerte o clásico), producto de la compañía Monsanto Comercial. Por alguna razón, este producto muestra mayor eficacia para eliminar malezas; probablemente, los coadyuvantes de la fórmula le otorguen un mayor potencial sobre las plantas. Esta marca es un poco más cara que las otras fórmulas comerciales.

En las tiendas agrícolas es —o era— muy común encontrar diferentes marcas de glifosato, por ejemplo: Faena, coloso total, desmonte plus, labor

360, glyfopak, tacsafato, glifomar, glyfos, credit, velfosato, Rondo super, machete, valsaglif, helfosat, rival, nivela, candela super y jornal (todas son marcas registradas®).

Riesgos a la salud por el uso de glifosatos en México

El trabajador agrícola está expuesto desde la mezcla del glifosato comercial con el agua y la carga de la mezcla en las bombas de rociado, la aplicación en los campos durante la etapa que lo requiera el cultivo, hasta la limpieza de la bomba de rociado. A pesar que el glifosato, de acuerdo a su grado de toxicidad que indica que es un producto que normalmente no representa un peligro, **la exposición continua podría implicar un riesgo para la salud**. Además, **los trabajadores no suelen utilizar equipos de protección personal y muchos de ellos desconocen los efectos de los productos químicos que aplican a diario**.

En México no existe evidencia científica que la exposición a glifosato induzca algún tipo de cáncer o alguna otra enfermedad, pero hay que tener claro que **es difícil medir el impacto de este herbicida**, debido a que durante la etapa de un cultivo son muchos los productos químicos que se rocían, como diversos herbicidas, insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas o una mezcla de estos. Asimismo, cuando una plaga es muy persistente y difícil de eliminar, los agricultores aplican plaguicidas altamente tóxicos hasta eliminar la plaga.

En 2015, **la Agencia Internacional contra el Cáncer clasificó al glifosato como probable carcinógeno**. Sin embargo, hasta la fecha, existe una evidencia limitada en humanos, pero los estudios en laboratorio con **ratones expuestos a glifosato puro o a sus fórmulas comerciales**, han mostrado **evidencia que producen alteraciones genéticas** y podrían inducir algún tipo de cáncer. Aún el tema genera controversia debido a que hay otros estudios donde la exposición a glifosato no tiene efectos negativos.

Prohibición del uso de glifosatos en México

De acuerdo a la notificación del gobierno mexicano, la base para la prohibición del glifosato es la relación de este herbicida con el cáncer y otras enfermedades que se han publicado en todo el mundo. Si bien aún hay controversia en el tema, no podemos dejar por desapercibido que existe un riesgo debido a su uso excesivo.

Después de 2024, no se venderá glifosato en ningún lugar de México. Debido a esta prohibición, los agricultores tendrán que **buscar nuevas técnicas para eliminar malezas**. Esto puede repercutir en la economía, ya que utilizar métodos físicos para eliminar malezas, puede incrementar los gastos de mano de obra para los agricultores, y si el método no es altamente eficaz, puede disminuir el rendimiento de los cultivos, por lo tanto, las ganancias se verán reducidas o los productos aumentarán de precio.

Los agricultores mexicanos están muy familiarizados con el uso de glifosato, incluso en las áreas rurales, antes de la siembra, comúnmente se le dice a la **etapa de la aplicación de glifosato: "llegó el tiempo de tirar líquido"**. Sin embargo, muchos agricultores de las áreas rurales no saben que no encontrarán glifosato en las tiendas agrícolas. Esto puede ser preocupante porque **podrían utilizar algún otro herbicida probablemente más tóxico**, por ejemplo, la aplicación de quemantes agrícolas a base de Paraquat®, que suelen ser más tóxicos que el glifosato, estos herbicidas queman todo el tejido verde y, después de la aplicación, el agricultor les prende fuego a las malezas muertas para después sembrar.

Técnicas agroecológicas para eliminar malezas como alternativas para sustituir el uso de glifosato

Antes de que los agricultores aplicaran de forma común el glifosato, los campesinos agrícolas tenían sus propias formas de eliminar malezas, principalmente, la eliminación manual, el uso de coas o azadones y la labranza (arar la tierra). Además, utilizaban la **siembra intercalada**, la cual **consiste en sembrar dos cultivos**: uno entre las líneas del cultivo principal para generar que el suelo cultivado esté cubierto por los dos cultivos y así **no permitir la entrada de luz para que se desarrollen las malezas**.

De hecho, la famosa milpa mexicana es una **técnica agroecológica donde el maíz es el cultivo principal y se acompaña con frijol o calabazas**, y es un sistema agrícola de temporal, ya que las siembras se realizan en la temporada de lluvias. Este sistema es ecológico, porque el frijol puede fijar el nitrógeno en el suelo y lo fertiliza, mientras que la calabaza, mediante sus guías, puede cubrir los espacios del terreno para que no crezcan malezas. **No se utilizan productos químicos**, por lo que se obtiene maíz, frijol y calabaza libre de insumos tóxicos. Asimismo, son una fuente de alimentos durante la etapa de desarrollo del cultivo, debido a que se puede consumir ejotes, flor de calabaza, calabaza tierna, elotes tiernos para comer hervidos o para tamales de elote.

Además, en un sistema agroecológico, **se puede utilizar herbicidas a base de extractos de plantas que no tienen efectos sobre la salud y el medio ambiente**. Es sin duda un reto muy grande poder encontrar alternativas agroecológicas sobre todo en cultivos, por ejemplo, el tomate, que suele ser atacado por diferentes plagas y muchas de ellas muy agresivas, y que necesariamente habría que utilizar algún plaguicida.

***Magín González-Moscoso**. Posdoctorado, Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora. Cd Obregón, Sonora.
magingonmos@gmail.com

***Diana Meza-Figueroa**. Investigador del Departamento de Geología, Universidad de Sonora. Cd Obregón, Sonora.
diana.meza@unison.mx



Diario Oficial de la Federación. (2020). *Decreto para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0

International Agency for Research on Cancer. (2015). *IARC Monograph on Glyphosate*. <https://www.iarc.who.int/featured-news/media-centre-iarc-news-lyphosate/#:~:text=In%20March%202015%2C%20IARC%20classified,%20of%20%E2%80%9Cpure%E2%80%9D%20glyphosate>

ENTREVISTA

Dr. Gerardo Vázquez Marrufo

Por: Rafael Salgado Garciglia



Gerardo Vázquez Marrufo, es profesor investigador titular C desde 2004 en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB) en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), donde actualmente es el director. Es Químico Farmacobiólogo por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guanajuato (1989), con estudios de Maestría en Ciencias (Especialidad en Biología) en el Instituto de Investigación en Biología Experimental (actual-

mente Departamento de Biología) de la Facultad de Ciencias Químicas, también de la Universidad de Guanajuato (1996), y de Doctorado en Ciencias en Biotecnología de Plantas en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) en la Unidad Irapuato (2003).

Sus investigaciones están encaminadas al estudio de cepas/especies de hongos aisladas de distintos ecosistemas del estado de Michoacán, tanto saprófitos como asociados a plantas de relevancia ecológica o cultural en la entidad. En

estas cepas/especies se investiga, mediante una aproximación integral y multiómica, la producción de enzimas extracelulares para la biorremediación y el procesamiento de biomasa vegetal, la producción de metabolitos extracelulares con actividad farmacológica, así como su uso como alimento funcional. En colaboración con la Dra. Ma. Soledad Vázquez-Garcidueñas de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez» de la UMSNH, realiza estudios de epidemiología molecular de bacterias patógenas de relevancia en salud pública aisladas de muestras de alimentos y ambientes hospitalarios del estado de Michoacán.

Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT Nivel III. Cuenta con un gran número de artículos científicos publicados en revistas indizadas de alto impacto, artículos de divulgación y ha dirigido un número importante de tesis de licenciatura y posgrado. Participa en los programas de posgrado institucionales (PIMCB, en Maestría en Ciencias Biológicas; PIDCB, en Doctorado en Ciencias Biológicas) y en el Programa de Maestría en Ciencias de la Salud en la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la UMSNH.

Descríbenos, ¿cómo llegaste a ser profesor e investigador del CMEB y cuáles fueron tus primeras investigaciones?

Llegué con mi familia a Morelia en mayo de 2001. Ese año el Dr. Horacio Cano Camacho, quien entonces era el responsable del CMEB-FM-VZ de la UMSNH, me invitó a integrarme a trabajar en un proyecto del entonces CONACYT. Supongo que el Dr. Cano quedó contento con los resultados de ese trabajo, ya que al término del proyecto me planteó la posibilidad de incorporarme como profesor-investigador de tiempo completo al CMEB. Amablemente el Dr. Cano me apoyó para realizar mi incorporación a la UMSNH mediante el programa de retención que en aquel entonces tenía el CONACYT para apoyar a investigadores recién egresados, logrando mi contratación definitiva en noviembre de 2004.

Durante mi proceso de formación doctoral en el CINVESTAV-IPN de Irapuato, Guanajuato, yo había establecido una colección de hongos vivos, a la que se le denomina cepario, de aquella entidad. Así que cuando ingresé a la UMSNH, fue fácil retomar esa idea para formar un cepario de hongos del estado de Michoacán. Esa fue mi primera meta como investigador de la Universidad. Se empezó con la recolecta de muestras de diferentes ecosistemas para el aislamiento de cepas, la identificación mediante código de barras de ADN de las cepas aisladas y la caracterización fisiológica de algunas cepas de interés.

El interés de realizar investigaciones con hongos, ¿cómo nació y cómo evolucionó a lo que actualmente realizas?

Durante la realización de mis proyectos de maestría y doctorado, mi interés se centró, en parte, en el estudio de hongos de un ecosistema forestal de Guanajuato en el que había un componente personal afectivo, ya que era un bosque que caminaba y conocía desde niño. En aquel entonces, y en 2004, los estudios y estrategias para la conservación de la diversidad de hongos eran incipientes. Uno de los objetivos principales de la construcción de un cepario de hongos nativos del estado de Michoacán, es la conservación del germoplasma de las especies/cepas preservadas vivas. En la actualidad, la conformación de ceparios es considerada una estrategia efectiva y deseable de conservación *ex situ*, afuera de su ecosistema, de la diversidad fúngica. Los ecólogos hacen su parte para conservar los ecosistemas y las especies que interactúan dentro de estos. Como microbiólogo, considero una contribución importante para la preservación de la diversidad de hongos la estructuración de un cepario.

La relevancia de un cepario de especies nativas de Michoacán, o de cualquier ecosistema, región, estado o país, va más allá de la preservación del germoplasma. Cada una de las cepas preservadas en una colección de hongos tiene un potencial biotecnológico debido a sus particularidades genómicas, bioquímicas, fisiológicas y



citológicas. Todas las características que le permiten desarrollar una función ecológica y competir eficientemente en su entorno natural, pueden ser utilizadas para el bien de la humanidad. La producción de enzimas, de metabolitos y de biomasa, así como de colonizar distintos tipos de materia orgánica, hacen que los hongos puedan ser utilizados en una gran variedad de procesos y para la obtención de una gran diversidad de productos, desde la descontaminación del suelo y del agua, hasta la producción de medicinas, alimentos, abono y combustibles.

En este momento realizamos investigaciones con nuestras cepas para obtener productos que puedan aplicarse en la vida diaria para la resolución de problemas relevantes para la sociedad en materia de salud, alimentación, producción agrícola y restauración ambiental. Suena muy ambicioso porque lo es, pero hay que dar el primer paso y luego dejar espacio para las futuras generaciones de investigadores. Cuando yo termine mi ciclo en la UMSNH, el cepario quedará para seguir buscando en las cepas guardadas, soluciones a problemas relevantes de Michoa-

cán, del país y del planeta. Desafortunadamente, quizá en un futuro no muy lejano algunos de los ecosistemas o plantas asociadas de donde esos hongos fueron aislados ya no existan, entonces habremos hecho nuestra parte, conservando una especie o variante fúngica local que no se perdió con el área natural o la especie vegetal en la que vivía.

De estas investigaciones, ¿podrías mencionar cuáles son los logros más importantes hasta ahora?

Como te comentaba anteriormente, la estructuración del cepario ya es un logro importante en sí mismo. En la actualidad, tenemos más de 600 cepas de hongos aisladas de distintas localidades del estado de Michoacán, y de todas tenemos su «huella genética» que posibilita cierto nivel de identificación taxonómica, lo que no es un logro menor. Aunque la estructuración del cepario no ha generado todavía una publicación, estamos trabajando en ella, así como en su registro a nivel nacional o internacional. Por otra parte, algunas de las cepas ya han generado el interés

de empresas y hemos podido vender proyectos para su utilización, por ejemplo, en el biocontrol agrícola, para el combate contra patógenos de cultivos de relevancia en el estado o en la región. El cepario ha servido, además, como una herramienta para la formación de recursos humanos, ya que ha generado trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Con las publicaciones realizadas, se ha contribuido en la descripción de las capacidades fisiológicas y en el potencial biotecnológico de varias de las cepas preservadas en nuestra colección.

¿Qué características tienen estos hongos que estudias que hace que tus investigaciones sean diferentes a otras y cuál es el alcance que estas tienen?

Las especies que preservamos y que estudiamos, pertenecen a los dos grupos de hongos más numerosos y mejor estudiados: Ascomycota y Basidiomycota. Una de las características de varias de las especies de estos grupos es su gran versatilidad fisiológica, es decir, su capaci-

dad para crecer en distintas condiciones de incubación y la de aprovechar una gran variedad de fuentes orgánicas complejas o simples para su nutrición. Desde el punto de vista biotecnológico esto es relevante, ya que nos permite seleccionar las condiciones óptimas para la producción de alguna proteína o metabolito en un proceso económicamente rentable para su obtención a gran escala. Aun siendo cepas de especies ya estudiadas, como variantes geográficas de ecosistemas del estado de Michoacán, los hongos estudiados pueden presentar alguna característica particular para su aplicación biotecnológica. Confiamos en que, por el hecho de ser cepas nativas del estado, el cepario posibilitará el desarrollo de biotecnología local con relevancia global. No se tiene que solicitar derecho de uso, y cualquier aplicación industrial deberá beneficiar a la UMSNH, ya que dichas cepas son propiedad de la institución. Además, su uso industrial estará destinado a resolver algún problema que atañe a la sociedad en su conjunto, como la resistencia a antibióticos, la contaminación ambiental, la disminución del uso



de plaguicidas, entre otras. Estamos en un estado inicial de ese proceso de investigación aplicada, pero nuevamente, es importante dar estos primeros pasos para conocer el potencial biotecnológico de nuestras cepas.

Actualmente, como mencionaste antes, ¿podrías explicarnos el interés de la búsqueda de antibióticos producidos por hongos?

Este es un tema de vital importancia en salud pública a nivel global. En las últimas décadas se ha incrementado de manera relevante la resistencia a los antibióticos por parte de las bacterias patógenas que causan enfermedades infecciosas en el humano, así como en distintas especies animales de compañía y de relevancia pecuaria. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado en los últimos años una campaña para propiciar el uso adecuado de los antibióticos. Pero muchas de estas sustancias antimicrobianas han perdido su eficiencia como tratamiento debido a la resistencia de especies bacterianas particularmente virulentas como *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii*, entre otras. Por lo que, además de la campaña de la OMS, se requiere del descubrimiento y caracterización de nuevas moléculas con actividad antibacteriana contra especies patógenas prioritarias como las mencionadas anteriormente. Los hongos han sido fuentes de antibióticos en el pasado y lo siguen siendo, al menos a nivel experimental, en el presente. Para competir en su entorno natural, los hongos sintetizan y secretan una gran variedad de metabolitos antimicrobianos los cuales se pueden obtener en el laboratorio para su estudio. Aunque la comercialización de un nuevo antibiótico es un proceso largo y costoso, la reciente pandemia de COVID nos mostró, en el caso de las vacunas, la relevancia de tener soluciones experimentales que puedan ser rápidamente puestas a punto

para su producción a gran escala y comercialización. Las cepas de hongos de nuestro cepario michoacano, representan una herramienta biotecnológica para ese combate contra la resistencia a los antibióticos.

Estas investigaciones que realizas con tu grupo de trabajo tienen un alto potencial para aplicarse en la biotecnología, ¿se ha pensado en el registro de patentes ya sea de un proceso, de



compuestos o de su actividad biológica?

Por supuesto, la posibilidad de generar patentes con nuestros estudios de cepas de hongos locales es alta. Dado el interés en nuestro cepario por parte de distintos tipos de empresas, cada vez estamos más interesados en patentar alguno

de los productos obtenidos con nuestras cepas (metabolitos, enzimas, biomasa), o bien alguno de los procesos para obtenerlos. Debido a nuestra falta de experiencia al respecto, hemos estado atravesando por un proceso de aprendizaje para la generación de patentes. Afortunadamente, tanto la UMSNH como el estado de Michoacán, han estado impulsando en los últimos años la generación de patentes con apoyo en capacitación y recursos para el registro. Esperamos po-



der tener buenas noticias pronto en ese sentido, con una patente que no solo esté registrada, sino aplicándose en algún proceso industrial.

Finalmente, eres un colaborador de *Saber Más*, ya que desde el inicio has publicado artículos de divulgación científica, además de en otras

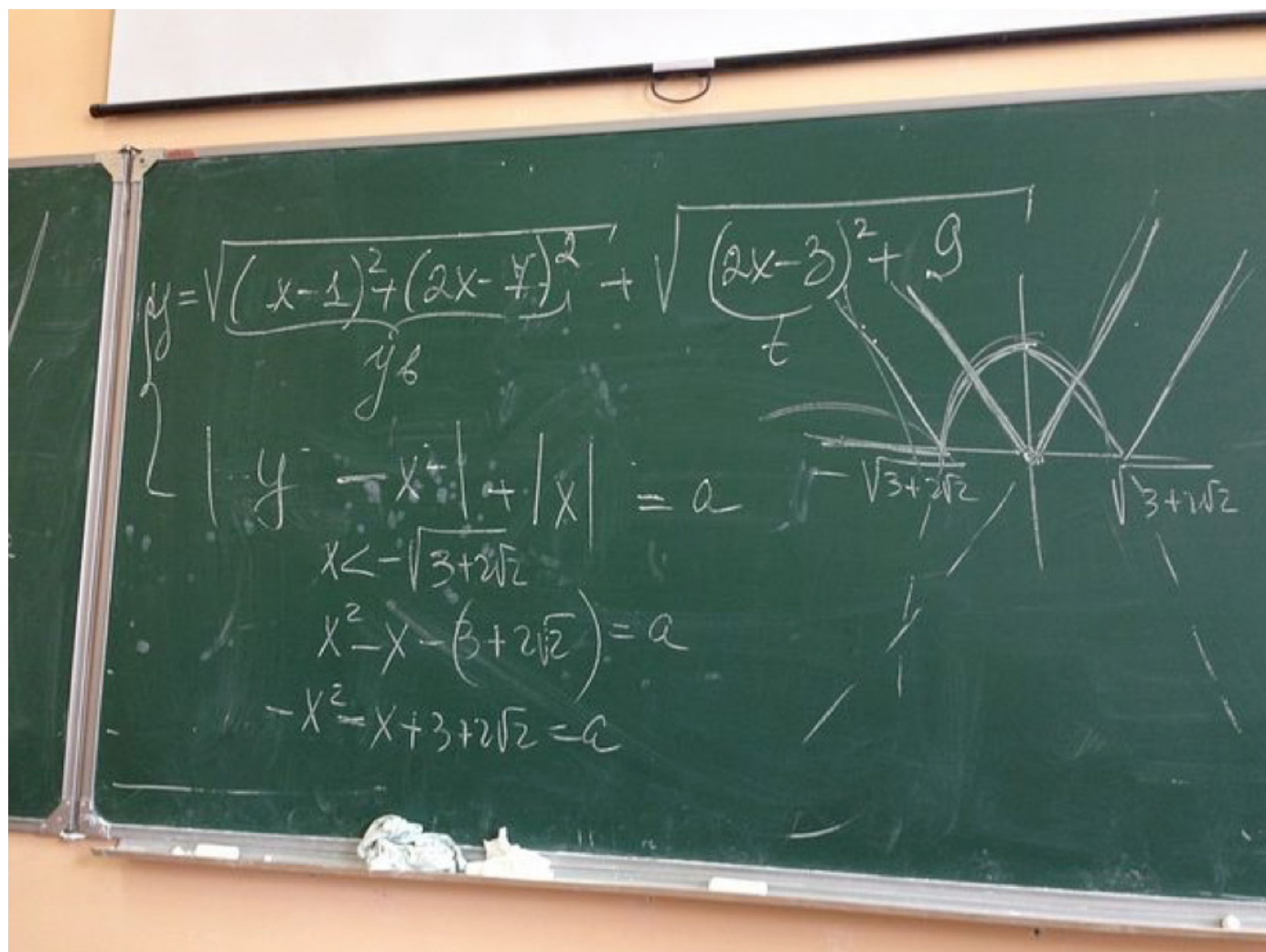
revistas, ¿qué opinión tienes de la importancia de hacer esta tarea como científico?

Otra de las enseñanzas derivadas de la pandemia de COVID, es la relevancia de la divulgación científica con material digital e impreso de calidad. Durante la parte más crítica de la pandemia circuló mucha información falsa, no sustentada por la evidencia científica, lo que contribuyó a impulsar el movimiento antivacunas que ya existía en México y el mundo. La sociedad en general debe tener la información y las herramientas que le permitan tomar decisiones bien fundamentadas. Esta información debe cumplir con estándares de calidad y rigor científico, al mismo tiempo que ser accesible para su comprensión por el público general. Siempre me ha atraído la divulgación de la ciencia, desde que estudiaba la maestría en Guanajuato, en donde participaba en la producción de programas en la radio universitaria y en la organización de eventos y talleres infantiles de ciencia y ecología. Desafortunadamente, en mi época de estudiante de posgrado, no se hacía mucho énfasis en nuestro papel como divulgadores de ciencia, por lo que lo hemos practicado de la manera en que creemos es la correcta y aprendiendo en el camino. Afortunadamente, ahora se trabaja con los estudiantes de posgrado para hacerles ver la importancia de comunicar sus estudios y resultados a la sociedad en general y explicar su relevancia. Esto me parece un acierto particular del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la UMSNH, que solicita a las y los estudiantes como requisito para la obtención del grado, un artículo de divulgación. Actualmente, la divulgación de la ciencia es una especialidad profesional en sí misma, pero es importante que cada investigador sienta la obligación y la responsabilidad de ser un divulgador del quehacer científico. Una sociedad correctamente informada siempre tomará mejores decisiones en cualquier ámbito de la vida diaria.

ARTÍCULO

El límite que no es restricción: Un motivo por el que reprueba cálculo

Erick Radaí Rojas-Maldonado

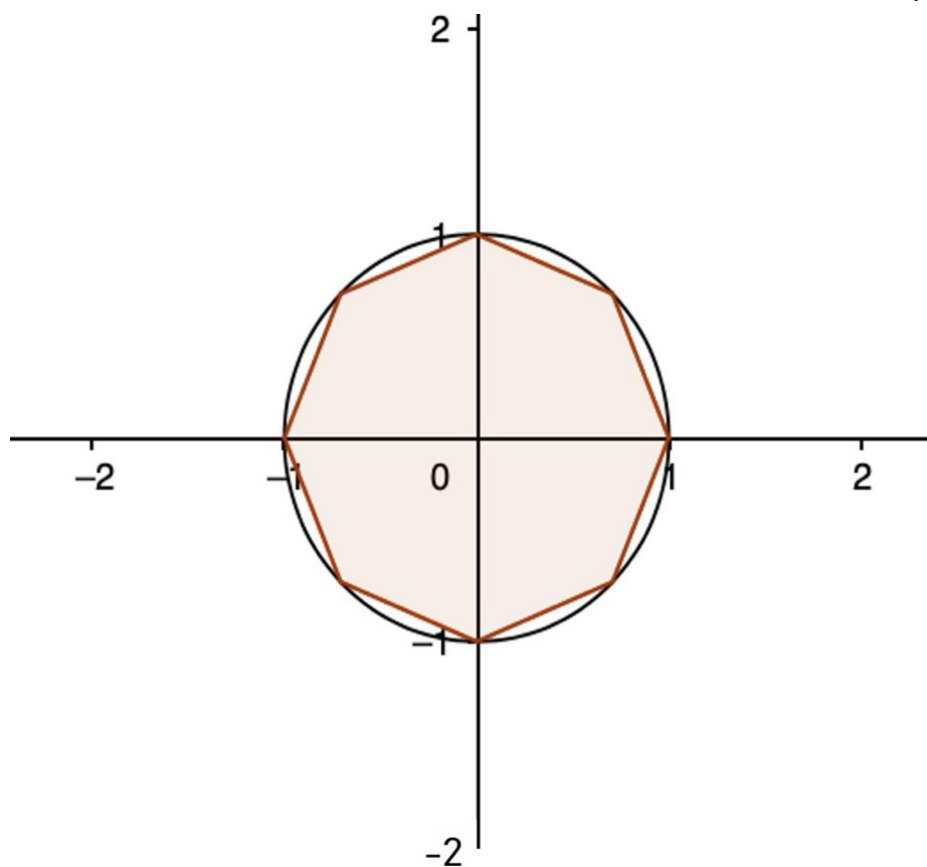


https://pixabay.com/es/photos/search/algebra/?manual_search=1

Erick Radaí Rojas-Maldonado. Profesor en la Licenciatura en Biotecnología de la UMSNH y en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
erickradai@gmail.com

En los cursos de matemáticas, el principal **acercamiento que se tiene con el límite**, al menos de manera formal, es en el curso de **Cálculo Diferencial**. Este concepto es pilar fundamental de una de las ramas de la matemática llamada «Análisis Matemático», a la vez que es referente en las construcciones de secuencias de números u otros objetos de manera infinita, a diferencia del Álgebra —asignatura que se imparte en escuelas de instrucción básica y que es causante de muchos dolores de cabeza—, que lo hace de manera finita. Sin embargo, este concepto no nació como tal, sino que fue desarrollándose de manera paulatina.

«A este método se le conoce como método exhaustivo»



Fuente: Elaboración propia.

Arquímedes de Siracusa, el gran científico de la Edad Antigua, usó de manera informal este concepto cuando quiso calcular el área de un círculo. Lo hizo inscribiendo dentro de un círculo un polígono regular del cual fácilmente podía calcular su área. Se deduce fácilmente que el polígono al aumentar de manera considerada el número de lados, se «aproximaría» a un círculo y, por supuesto, al cálculo de su área.

En el siglo XVII, el francés Pierre de Fermat, con su método de calcular los máximos y mínimos de funciones y las tangentes de las curvas, dio pie junto con su paisano René Descartes, a la **Geometría Analítica**. Se considera que, con la publicación de la máxima obra de Descartes: *La Géométrie*, se dio nacimiento al análisis matemático. Por cierto, esta publicación fue catalogada como **libro prohi-**

bido, pero esa es otra historia que posteriormente te contaré, por el momento, te adelanto que se

tiene un ejemplar bajo resguardo en el Fondo Antiguo de la Biblioteca Pública de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Poco después, llegó la **invención del cálculo** dada por **Isaac Newton**, máximo exponente de la ciencia y orgullo del Reino Unido, quien tuvo disputas con el alemán Gottfried Wilhelm von Leibniz por el desarrollo del Cálculo Diferencial e Integral, también con la Iglesia católica y con su compatriota el científico experimental, Robert Hooke. **El siglo XVIII estuvo lleno de**

controversias, pues los científicos **no se ponían de acuerdo en la definición de una función**, pero en el siglo XIX llegó Bernhard Riemann, alemán que con su contribución de integral hizo estallar la cabeza, pero como esta historia está llena de paisanos, no podemos olvidar al padre del análisis matemático, **Karl Weierstraß**, a quien le debemos, por fin, una **definición formal de límite**.

¿Por qué no se aprende este concepto?

En realidad, hay muchos autores que se han dedicado a investigar por qué los alumnos no logran aprender el significado de este concepto, y es que su definición no es tan rica como el mismo concepto lo es, ni los aspectos cognitivos que se involucran.

Por ejemplo, los estudios de Cornu, señalan que los alumnos tienen «concepciones espontá-

$((x \rightarrow a, f(x) \rightarrow L)$ como un proceso descrito como $0 < |x - a| < \delta$ implica $|f(x) - L| < \epsilon$. Para todo $\epsilon > 0$ existe $\delta > 0$

Ahora, el problema reside en que esta definición, base medular del cálculo diferencial, ha causado que muchos alumnos no aprueben la asignatura, ya que el concepto es abstracto y quizá peca de formalismo para una persona que apenas incursiona en el *cálculo*.

neas personales», y es que llegan a confundir al límite como una frontera, un borde, una delimitación, una restricción, pero el **límite de una función** se refiere en matemáticas, a la **cercanía entre un valor y un punto**, sin llegar a tomar el valor del punto. Es decir, acercarse lo más posible, pero sin tocar al punto y aquí es donde toma sentido lo infinitesimal, porque podemos acercarnos al punto con pasos muy pero muy pequeños e infinitos, y esto es la **base fundamental para conceptos posteriores como la derivada e integral**.

Es el mismo Cornu quien nos menciona, que **los obstáculos para aprender el límite también se transmiten al momento de enseñar el cálculo**, y es que a veces el tiempo que se le destina a su enseñanza es reducido, por dar prioridad a las derivadas e integrales cuyas formas de calcularse pueden omitirse por límites, lo que ocasiona una interrupción cognitiva.

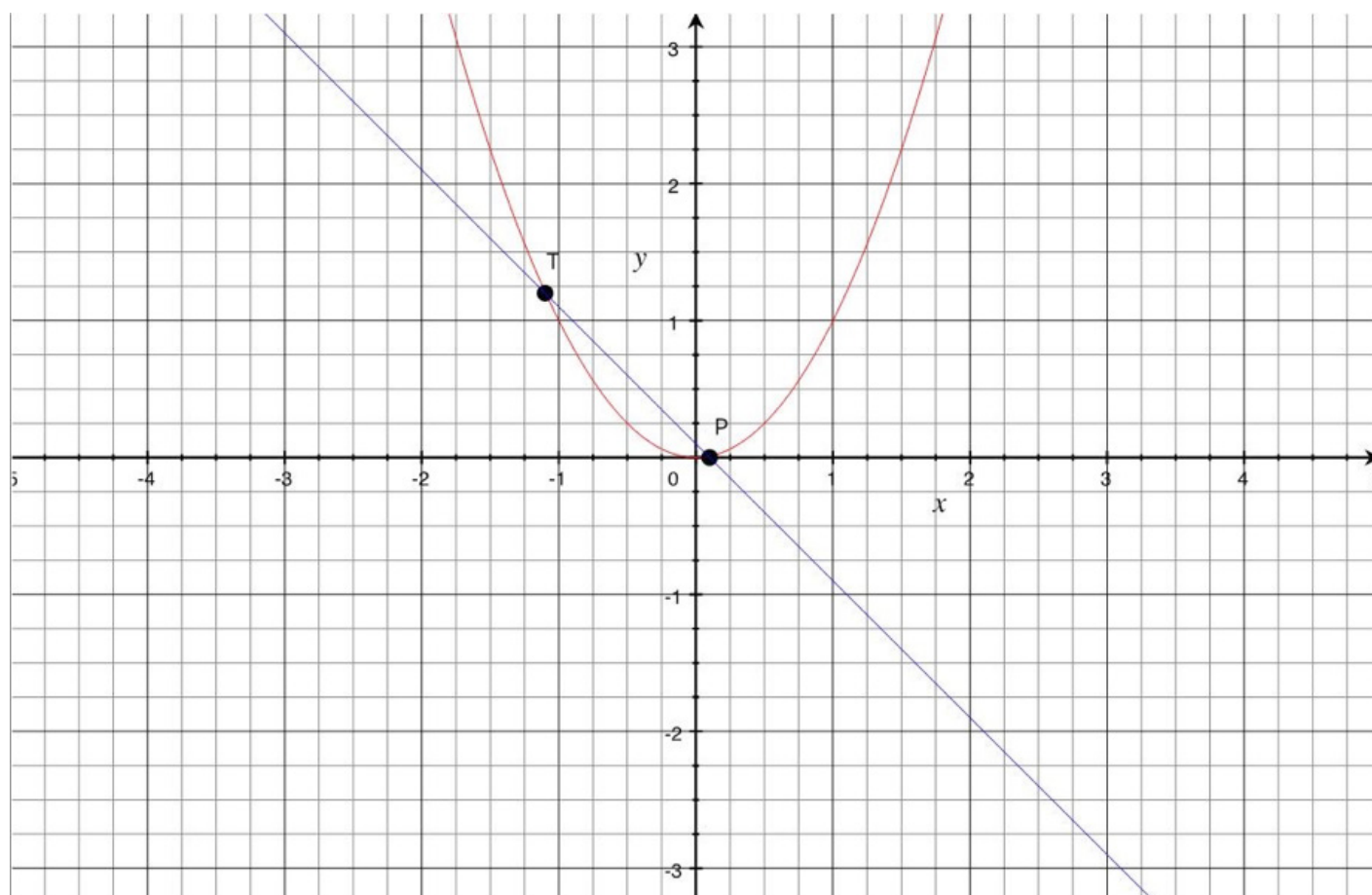
Para subsanar estas dificultades, muchos matemáticos educativos y personas encargadas de investigaciones educativas recientes que **vinculan las teorías pedagógicas y didácticas con la matemática para que el alumno aprenda y tenga significado en su vida diaria**, se han dado a la tarea de buscar estrategias adecuadas para que los alumnos

logren tener las habilidades del Cálculo de Límites, pero entendiendo su significado, y es aquí donde la tecnología hace su aparición, ya que al vincular la tecnología con la teoría y con los conocimientos previos, permite al alumno tener una visualización de lo que se quiere lograr y aprender, así como el significado de algunos conceptos abstractos.

Como se mencionó anteriormente, Pierre de Fermat trabajó el problema de las tangentes que ahora podemos vincular al *límite*.

Si tomamos un punto próximo P en la curva y consideramos la línea de T a P, tal línea entonces se conoce como una línea secante. Si dejamos fijo el punto T, imaginemos que el punto P se mueve a lo largo de la curva hacia T, pero sin llegar a T. La línea secante TP rotará cada vez más cerca de la posición de la línea de la tangente en T y, si calculáramos la pendiente de esa línea tangente, obtendríamos la derivada. **Entonces, ¿la derivada es un límite? Sí.**

Pero si es más fácil graficándolo, ¿por qué tengo que hacer muchos procedimientos algebraicos para calcular el *límite*? Porque seguramente ya te percataste que no todo es posible graficar y algunos valores son muy difíciles de obtener a través de una gráfica.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, ¿por qué tenemos que aprender *cálculo* si con el álgebra me bastaba?

En realidad, no bastaba con el álgebra, porque si bien lograba resolver algunos problemas, en muchos casos no conseguía predecir el futuro.

Por ejemplo, si Juan tiene \$ 1 000 pesos y se compra una playera en un concierto de Rock, pero por lo fuerte de la música no escuchó cuánto costaba, entonces es muy fácil responder a esta pregunta con una operación algebraica, teniendo en cuenta que el vendedor le devolvió \$ 650 pesos.

Pero si se desea, por ejemplo, conocer la cantidad de conejos que tendría una granja que en un tiempo inicial t tiene una población de 1 000 conejos con una tasa de crecimiento de dos, lo que implicaría que la población se duplicaría al término de un año, entonces es necesario utilizar el *cálculo*, pues es de percatarse que el crecimiento de la población de conejos está en variación del tiempo. Pero no es que tenga que dedicarme a ser granjero y a pronosticar cuántos conejos podría llegar a tener, se trata de que **en todo lo que tenga que ver con variaciones y pequeños cambios, el *cálculo* hace su aparición.** Pues, como vemos, algunos pequeños cambios han llegado a causar un caos en

nuestra vida cotidiana, y como buenos científicos que somos, buscamos tener el control, o al menos estimarlo, para muestra tenemos al COVID-19.

El *cálculo* ha tenido un significativo impacto, ya que **gracias a él la tecnología se ha desarrollado de manera vertiginosa** y ha hecho posible que puedas leer este artículo en tu dispositivo móvil con un procesador de vanguardia; que cuando enfermas y acudas a realizarte estudios clínicos, el químico farmacobiólogo haga uso del *cálculo* para hacer llegar el resultados a tu médico o para proponer un medicamento novedoso; que el ingeniero estime el peso máximo que puede ponerle a la losa de tu casa para que no sucumba o construya un tanque con el máximo volumen; o cómo hacer para que el auto de Checo Pérez, con un ligero cambio, sea más veloz.



Cornu B. (1991). Limits. In: D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 153-166). Kluwer.

Cottrill J., Dubinsky E., Nichols D., Schwingendorf K., Thomas K. y Vidakovic D. (1996). Understanding the limit concept: Beginning with a coordinated process scheme. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(2), pp. 167-192. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(96\)90015-2](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(96)90015-2)

Rojas-Maldonado E.R. (2015). Secuencias didácticas para la enseñanza del concepto de límite en el cálculo. *Revista Internacional de Aprendizaje En Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 2(2), 63-76. <http://funes.uniandes.edu.co/15392/1/Rojas2016Secuencias.pdf>

Sierpinski A. (1985). Obstacles epistemologiques relatifs à la notion de limite. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6(1), 5-67. <https://revue-rdm.com/1985/obstacles-epistemologiques/>

ARTÍCULO

Lo que debemos saber de las serpientes coralillo

Miguel Ángel de la Torre-Loranca



Coralillo comiendo otro coralillo (*Micrurus diastema* y *Geophis semidoliatus*). Fotografía: Autoría propia.

Miguel Ángel de la Torre-Loranca. Herping ZOOnologica, Finca Santa Martha Ecosuites, Ocotepéc. Los Reyes, Veracruz, México.
delatorreloranca@gmail.com

Si tu trabajo te obliga ir al campo, eres amante de la naturaleza o planeas salir fuera de la ciudad, esto te va interesar. No existen fórmulas mágicas para identificar las serpientes coralillo venenosas y, además, **todo México está lleno de serpientes**, por lo que en este artículo te platicaré, particularmente, de las serpientes coralillo, con el objetivo de que te crees tu propio criterio y no confíes en todo lo que te digan de ellas.

La riqueza natural

México es el país con mayor número de especies de serpientes por kilómetro cuadrado en todo el planeta, tiene aproximadamente 400 especies y en cualquier estado de la República mexicana habitan serpientes, hasta en la Ciudad de México hay serpientes cascabeles. Te has preguntado ¿Por qué?, es muy simple, en el continente americano hay dos grandes biorregiones: la Neártica o fría que se empalma exactamente en México con la región neotropical o cálida, las que crean una zona de transición en las planicies y montañas de nuestro bello país, por ello lo llaman el «cuerno de la abundancia». Un dato importante es que en México existen 80 especies que cuentan con veneno capaz de causarle daños irreversibles al cuerpo humano o la muerte, pero recuerda que solo representan dos de cada diez especies de la gran riqueza que poseemos. En México, solo 3 700 personas de 130 millones de habitantes, han tenido accidentes con serpientes venenosas por año. Gracias a la cobertura de salud y avances médicos, solo el 4 % de los atacados por serpientes han perdido la vida.

Las serpientes coralillo

Una pregunta obligada cuando ves una serpiente coralillo es, ¿será falsa o verdadera? La verdad

es que ninguno de los dos calificativos es correcto. Los biólogos nos hemos acostumbrado a crear muchas claves de identificación de las serpientes para que no las maten, inventando calificativos como estos: falsa o verdadera, pero la realidad es que **todas las serpientes que tienen coloración llamativa en forma de anillos se llaman «coralillos»**. Una vez que sabemos que todas las serpientes con anillos son coralillos, es cierto que hay especies venenosas y otras que no poseen veneno, por consiguiente, es importante considerar que podemos confundirnos con una especie anillada y venenosa, más allá de si es falsa o verdadera.

¿Por qué nos podemos confundir? En la naturaleza existe una estrategia de supervivencia en las especies: el camuflaje, que puede ser por *mimetismo* o por *aposematismo*, pero ¿Qué son esas dos palabras raras? **El mimetismo se refiere a la capacidad de las especies en copiar la apariencia de otros** como mecanismo de defensa ante sus depredadores; mientras que **el aposematismo, es la capacidad de las especies de llamar poderosamente la atención como una forma de advertencia o peligro**. Cualquiera que sea el caso, las serpientes anilladas o coralillos utilizan ambas estrategias, y varía mucho su coloración por zona geográfica, por lo que resulta imposible en todo México, identificar



Coralillo no venenoso (*Pliocercus elapoides*). Fotografía: Autoría propia.



Coralillo VENENOSO sin anillos amarillos (*Micrurus diastema*)



Coralillo NO VENENOSO sin anillos amarillos (*Oxyrhopus petolaris*)

Fotografías: Autoría propia.

a las venenosas de las no venenosas por sus códigos de coloración, ya que hay variaciones hasta en una misma especie. Lo que sí es un patrón, es que, **por cada especie venenosa de coralillo hay tres especies anilladas que no cuentan con veneno** (53 especies sin veneno y 17 especies venenosas).

Los mitos

La mitad de mi vida he trabajado en el campo, siempre rodeado de interrogantes y mitos sobre las serpientes. Las interrogantes comunes son: a) ¿Será venenosa?, b) ¿Crees que nos atacará? y c) ¿Será mala? Sin importar cuál sea la duda, siempre será negativa, satanizando a las serpientes. Asimismo, los mitos más populares son: a) **Cuidado pica con la cola**, b) **Esa salta como dos metros**, c) **No la veas a los ojos, te va hipnotizar**, etc. No importa lo imaginario de los mitos, siempre son una afirmación irrefutable, pero ¿Qué alimenta las creencias populares o mitos del campo? La respuesta es simple, **la evangelización de nuestros pueblos indígenas influyó en el cambio de percepción de la serpiente como un Dios (Quetzalcóatl) a un ser maligno que representa el mal**, lo que derivó en un nutrido cúmulo de historias populares o mitos que plantean afirmaciones de ciencia ficción. La realidad es que las serpientes no pican con la cola, no vuelan, no chicotean, no hipnotizan, no matan de manera instantánea al morder, y también **es mentira que el orden de los colores, como el rojo junto al amarillo, identifique a la más venenosa**.

El miedo

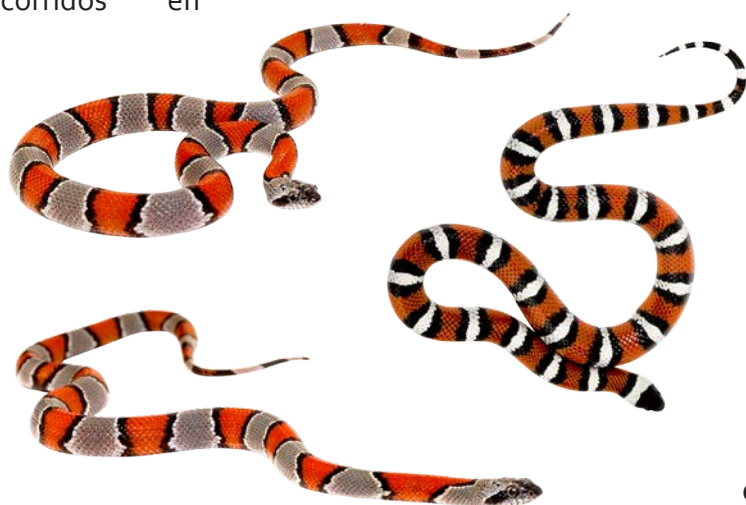
Todos los que amamos la naturaleza y nos gusta visitar el campo hemos tenido un encuentro con serpientes. Siempre nos causa pánico, asombro o nos mantiene alerta, se nos pone la piel chinita, pero no te preocupes porque es una reacción normal o emoción primitiva que tenemos todos los seres humanos y está asociada a nuestro **instinto de supervivencia que los especialistas llaman miedo**. Este comportamiento, según los expertos, se cree que es causado por la coexistencia de millones de años de nuestros ancestros primates y las serpientes venenosas como un peligro natural por su letalidad, lo que ha derivado en mecanismos de rápida detección y respuesta ante la presencia de ellas; así nuestro organismo genera conductas de alerta por órdenes de nuestro cerebro.

Nuestro miedo afecta la percepción del encuentro con las serpientes manifestándose en cuatro niveles: a) **Cognitivo**, se transforma en nuestros pensamientos e imágenes negativas acerca de la situación; b) **Fisiológico**, experimentamos cambios corporales que originan sensaciones incómodas; c) **Conductual**, origina acciones hacia el estímulo, como paralizarnos, huir o llorar; y d) **Neuronal**, el origen de esta conducta es en el la región del cerebro llamada *amígdala*, que se encarga de regular las emociones o acciones de supervivencia. Por lo anterior, el miedo puede causar que veamos serpientes gigantes, de otros colores o agresivas, empezamos a sudar o nuestro ritmo cardiaco se acelera, lo

que nos causa la necesidad de llorar, huir o no saber qué hacer y, por último, intentar matar la serpiente para liberarnos de la amenaza, como una estrategia primitiva de supervivencia.

El turismo de naturaleza

Aunque no lo creas, existimos personas que vivimos de buscar y manipular serpientes, y no somos merolicos. ¡Así como lo escuchas! **México es el paraíso de las serpientes para los naturalistas.** Gracias a las grandes producciones televisivas como *National Geographic*, *Animal Planet* o *Discovery Channel*, al acceso a la tecnología y a la existencia de las redes sociales, **miles de turistas están dispuestos a viajar para observar y fotografiar especies raras o desconocidas.** México y Australia son los países más atractivos, y algunos biólogos, naturalistas y guías de campo, hemos decidido convertir el encuentro con serpientes en experiencias únicas y satisfactorias. Te preguntarán ¿Cómo lo hacemos? Muy fácil, desarrollamos productos turísticos como *Herping ZOOngolica* que te permiten hospedarte en lugares únicos, realizar recorridos en



senderos interpretativos, capturar y fotografiar serpientes sin ningún riesgo con la ayuda de profesionales. Así, tus redes sociales como Instagram, Facebook, HerpMapper o Naturalista, te llenan de satisfacción personal y colectiva, pues por naturaleza somos exploradores y anhelamos el reconocimiento de nuestros grupos sociales.

Para finalizar

Este sencillo escrito surge por la inquietud de un turista de naturaleza que tenía miedo a las serpientes, pero su trabajo es la divulgación de la ciencia, por lo que es mi compromiso compartir esta información. **Las serpientes son tan diversas y tan bonitas** que debemos dejarlas vivir en su entorno, existen tantas especies en México que **hay un 80 % de probabilidad que tengas un encuentro con una serpiente inofensiva**, pero los mitos con los que hemos crecido y nuestro miedo ancestral, puede ocasionar una mala experiencia con las serpientes en general, sin olvidar que el 20 % tienen veneno capaz de causarnos una lesión grave o la muerte.

Las serpientes coralillos, como te expliqué, no tienen una combinación de colores que permita distinguir las venenosas de las no venenosas, por eso te recomiendo no manipular ninguna serpiente anillada, y si deseas fotografiar o manipular ejemplares silvestres, siempre solicita la ayuda de un especialista y, lo más importante, les recomiendo analizar la siguiente reflexión:

«Cuando respetemos a la naturaleza, entenderemos porque la evolución nos permitió ser parte de la biodiversidad»



Arbor A. (2016). ¿Serpientes mortales o buenas impostoras? La evolución del mimetismo. *Ciencia y Tecnología*, University of Michigan. <https://espanol.umich.edu/noticias/2016/07/21/serpientes-mortales-o-buenas-impostoras-la-evolucion-del-mimetismo/>

DGDH-Facultad de Psicología. (2022). El miedo, una alarma mental para proteger la integridad. *Global Re-*

vista. UNAM. <https://unamglobal.unam.mx/el-miedo-una-alarma-mental-para-proteger-la-integridad/>

Martínez-Vaca León O.I. y Manjarrez J. (2017). El uso de señales aposemáticas en serpientes: contra advertencia no hay engaño. *Ciencia Ergo Sum.*, 24(3), 267-275. <https://www.redalyc.org/journal/104/10452159013/10452159013.pdf>

ARTÍCULO

Enzimas, las obreras moleculares de los seres vivos

Oswaldo Gómez Secundino y Jorge Alberto Rodríguez González



Imagen de Konstantin Kolosov en Pixabay

Oswaldo Gómez Secundino, Estudiante de doctorado en el Programa en Ciencias en Innovación Biotecnológica, Laboratorio de Procesos Enzimáticos, Unidad de Biotecnología Industrial, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ.
osgomez_al@ciatej.edu.mx

Jorge Alberto Rodríguez González, Investigador y tutor del Programa en Ciencias en Innovación Biotecnológica, Laboratorio de Procesos Enzimáticos, Unidad de Biotecnología Industrial, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, CIATEJ.
jrodriguez@ciatej.mx

Enzimas ¿Qué son?

Seguramente muchos de nosotros hemos escuchado hablar sobre las enzimas, pero ¿Qué son en realidad? **Son moléculas biológicas encargadas de una gran cantidad de funciones en los organismos**, que van desde cortar o degradar nuestros alimentos —conformados por otras moléculas biológicas como son azúcares, grasas y/o proteínas—, hasta participar en procesos diversos como la transmisión de señales dentro de las células, ayudar a la eliminación de compuestos tóxicos, generar copias fieles del material genético, además de un largo etcétera.

De manera puntual, podríamos decir que **una enzima es un «catalizador biológico»**, es decir, son moléculas orgánicas con las que cuentan los seres vivos y que ayudan a que las reacciones químicas ocurran de una manera más rápida y eficiente. Llegados a este punto, podría intuirse la importancia que tienen estas moléculas para la vida en general, dada su participación en tan diversos procesos fundamentales, ayudando a que ocurran una gran cantidad de procesos, **sin los cuales seguramente no podría darse la vida** tal y como la conocemos.

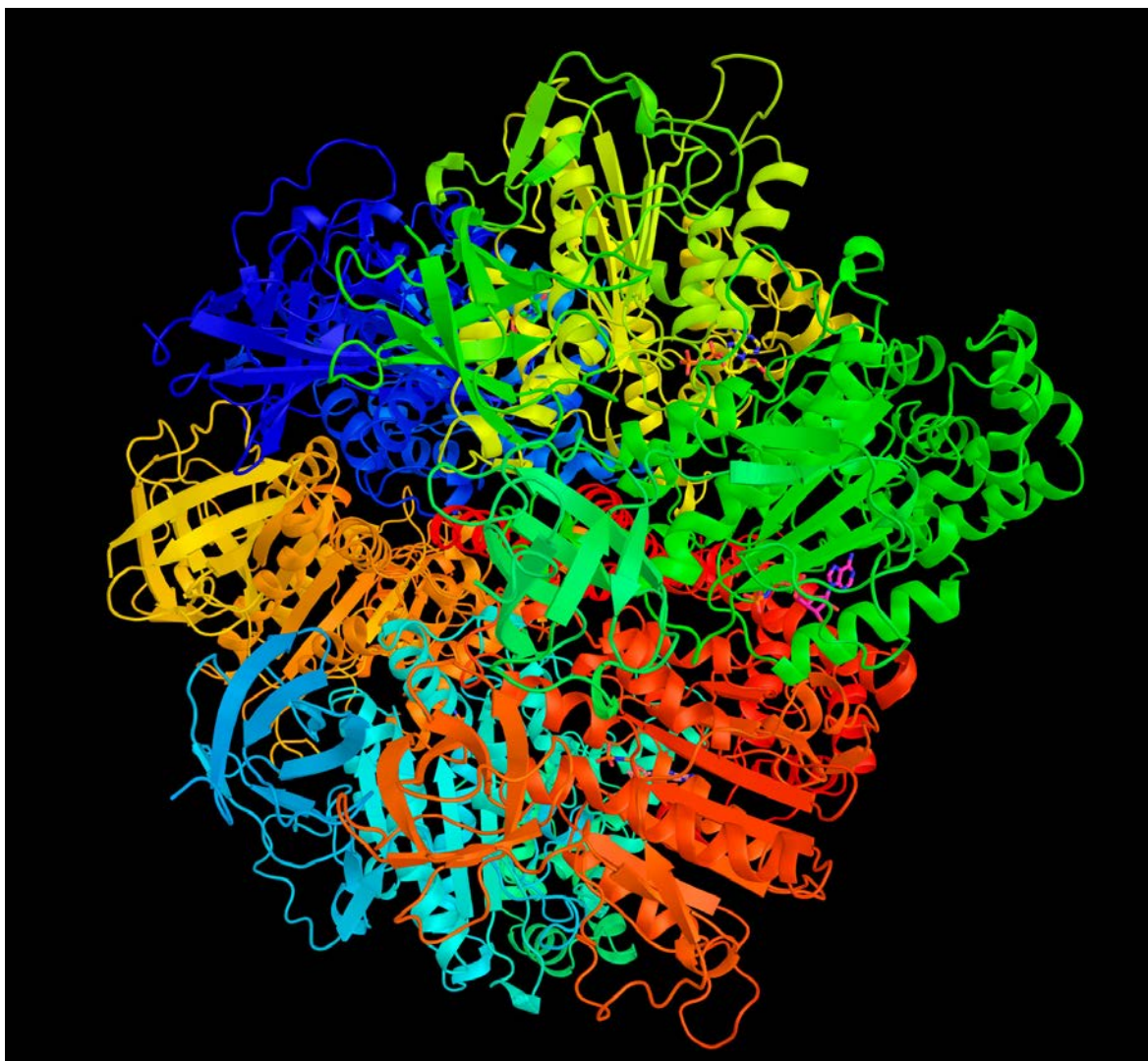
Estructura y función de las enzimas

Así como los médicos estudian las diferentes estructuras que conforman al cuerpo humano — huesos, músculos, órganos— y la manera en la que funcionan y se relacionan entre sí, tanto en la salud como en la enfermedad, también **existen expertos estudiosos de la estructura y función de las enzimas**. A los encargados de estudiar a las enzimas en condiciones de salud y enfermedad y en

condiciones «no biológicas» (como los procesos industriales donde se utilizan disolventes y temperaturas elevadas), se les llama **«bioquímicos»**, individuos que tratan de entender la vida misma desde un nivel molecular, quienes responden a preguntas de gran preponderancia como ¿De qué estamos hechos los seres vivos? y ¿Qué procesos y reacciones químicas llevan a cabo los seres vivos a nivel molecular?

Gracias a los bioquímicos hoy sabemos que **las enzimas son proteínas**, es decir, **moléculas biológicas conformadas por la unión de muchas unidades básicas llamadas aminoácidos**, estos a su vez, son pequeñas moléculas orgánicas conformadas principalmente por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y en algunos casos azufre. Cabe mencionar que reciben este nombre debido a que poseen un grupo amino ($-NH_2$), que es básico y un grupo carboxilo ($-COOH$), que es un ácido.

Existen 20 tipos de aminoácidos que pueden conformar a las proteínas y, de la misma forma en



que puedes crear tu helado favorito agregando diferentes tipos de sabores —dulces, gomitas, nueces, jaleas—, asimismo puedes **juntar diferentes tipos de aminoácidos para obtener proteínas con características únicas y diferentes**. Podemos hacer analogía con las figuras Lego, donde tenemos pequeñas piezas de diferentes formas, tamaños y colores que, al combinarse de muchas maneras, crean estructuras diversas. Para el caso de los 20 aminoácidos, si bien todos poseen el grupo amino y el carboxilo, lo que los hace diversos es su cadena lateral o radical R, la cual permite que haya aminoácidos con carga positiva, negativa, hidrofóbicos, hidrofílicos, etc.

Es gracias a esta diversidad estructural que las enzimas pueden soportar muy altas o muy bajas temperaturas; diferentes concentraciones de sales y solventes; interactuar con otras proteínas; actuar en agua o en grasas; reconocer moléculas muy específicas; ser muy flexibles o rígidas; muy grandes o pequeñas; localizarse en compartimentos específicos de la célula, etc.

Además de los aminoácidos, **las enzimas también pueden unir otro tipo de «adornos o**

complementos moleculares» que les ayudarán a llevar a cabo su función. Entre este tipo de complementos moleculares de las enzimas, tenemos iones de hierro, cobre, magnesio y otras moléculas orgánicas pequeñas como vitaminas, azúcares, grupo hemo, etc.

Cada uno de los datos estructurales de las enzimas y de muchas otras proteínas, se encuentran colectados en una especie de **álbum internacional**, el cual puede ser consultado por cualquier persona a través de internet. Esta amplia colección de fotos de proteínas recibe el nombre de **Banco de Datos de Proteínas (Protein Data Bank o PDB)**. En esta página de internet se encuentran los métodos que utilizan los bioquímicos para poder tomar estas «fotos moleculares» (como la difracción de rayos X en cristales de proteínas, la resonancia magnética nuclear, la criomicroscopía electrónica), así como un gran número de proteínas provenientes de muchos seres vivos diversos.

Más adelante daremos algunos ejemplos específicos sobre la estructura y función de las enzimas, agregando varias e interesantes imágenes a nivel molecular.

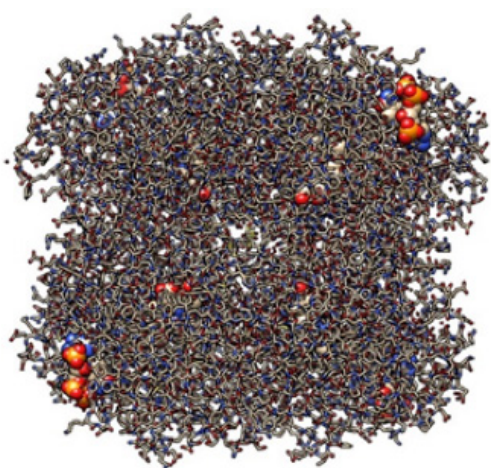


Imagen 1

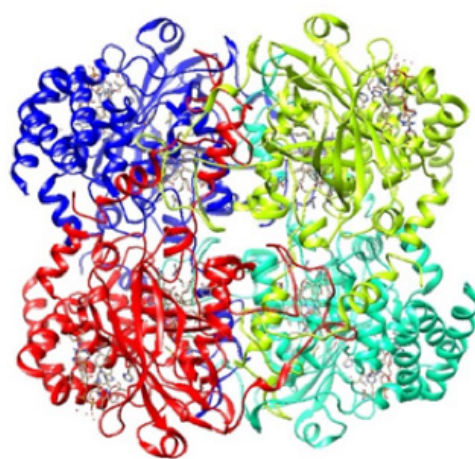


Imagen 2

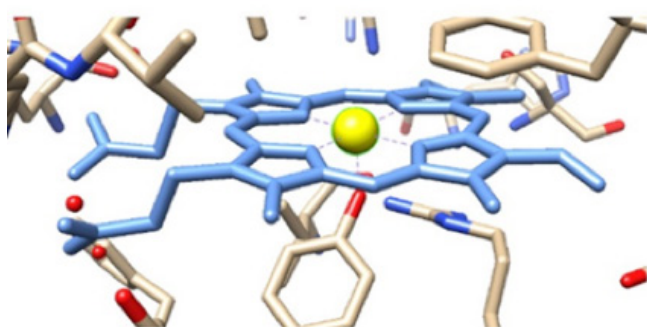


Imagen 3

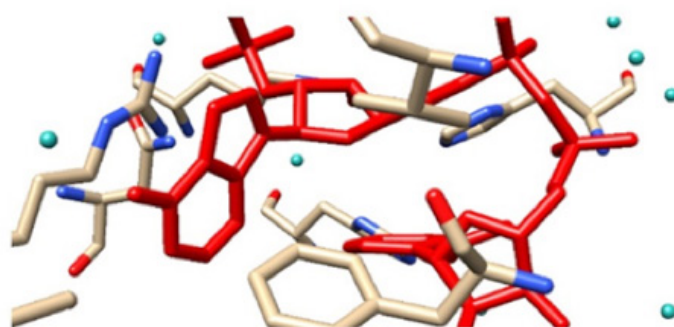


Imagen 4

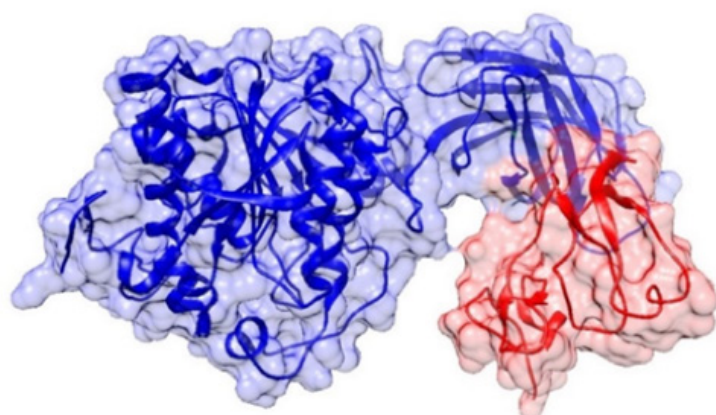


Imagen 5

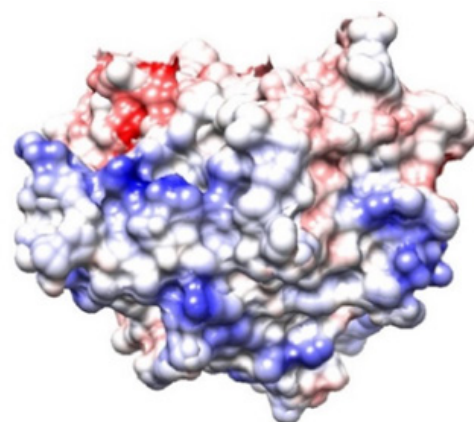


Imagen 6

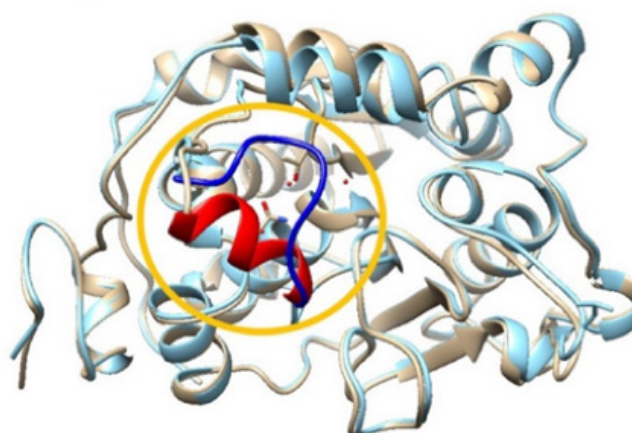


Imagen 7

Las catalasas, enzimas protectoras de las células en contra del nocivo peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

El peróxido de hidrógeno (H₂O₂) es un agente dañino para las células y es producido en muchos procesos fisiológicos. Como una manera de protegerse, los seres vivos cuentan con enzimas especialistas en la neutralización de estas moléculas altamente oxidantes, evitando de esta manera todos los posibles daños asociados.

La enzima en cuestión recibe el nombre de **catalasa**, una proteína que está **formada por cuatro unidades funcionales**, cada unidad es idéntica a la otra estructuralmente hablando y posee un grupo hemo, donde llevará a cabo la reacción, produciendo agua (H₂O) y oxígeno (O₂) a partir de una molécula de peróxido de hidrógeno. Cada una de las cuatro subunidades posee un grupo de Nicotinamida Adenina Dinucleótido Fosfato (NADPH) unido cerca de la superficie.

A la deficiencia o malfuncionamiento de las catalasas se le conoce como **acatalasemia**, una **rara enfermedad genética**. Esta deficiencia o menor actividad enzimática se ha asociado con dia-

betes, vitíligo, hipertensión, anemia, etc. ¡Así que hay que tomar muy en cuenta la gran labor que realizan las catalasas!

La imagen que presentamos a continuación corresponde a la **catalasa de eritrocitos humanos**. Dicha estructura fue tomada del Banco de Datos de Proteínas y puede ser encontrada mediante el código 7P8W. En la imagen 1 se muestran todos los aminoácidos que se acomodan para dar forma a la enzima, a la vez que se pueden apreciar algunas moléculas de NADPH unidas en la superficie.

Como se puede observar, este tipo de representaciones pueden llegar a ser muy difíciles de interpretar, por eso los bioquímicos a veces prefieren la imagen 2, una representación simplificada donde se muestra la dirección que toma la cadena principal de aminoácidos y donde se pueden representar mediante diferentes colores cada una de las cuatro unidades que conforman el total de la enzima (azul, verde, rojo y cian) ¿Logras apreciar que la cadena principal toma formas de hélices y láminas?

En la imagen 3 se muestra un **acercamiento al grupo hemo**, lugar donde se lleva a cabo la reacción con el peróxido de hidrógeno. Este está coloreado de azul y tiene un átomo de hierro en su centro, coloreado de amarillo. También se muestran algunos aminoácidos en color café. En la imagen 4 se muestra el NADPH en color rojo, así como algunos aminoácidos que lo rodean en café; asimismo, se pueden apreciar algunas moléculas de agua en azul. ¡Así es, podemos ver ese nivel de detalle de las moléculas!

Las lipasas, enzimas que nos ayudan a degradar grasas y que además se utilizan en la industria

Las lipasas son **enzimas encargadas de la degradación de grasas para la posterior asimilación por el organismo**. Como se podría intuir, al inhibir la función de este tipo de enzimas, las grasas que consumimos no podrían ser absorbidas, siendo esto de mucho interés en la actualidad, dada la mala alimentación y el aumento de la obesidad en la población. Es debido a esto que **se han estudiado muchas moléculas capaces de inhibir a las lipasas**, y como fruto de esos esfuerzos se ha llevado al mercado un medicamento llamado Or-

listat®, el cual apoya en el tratamiento de la obesidad. En la imagen 5 se puede apreciar la imagen de la lipasa pancreática humana en azul unida con la colipasa en rojo, un complemento que le ayuda en su funcionamiento. Para esta ocasión, se decidió mostrar también la superficie de la enzima como transparencia. Esta estructura puede encontrarse en el Banco de Datos de Proteínas con el código 1N8S.

Dejando de lado la parte relacionada con la salud, **las lipasas obtenidas de hongos y bacterias poseen especial interés entre la comunidad científica y la industria**. De hecho, este tipo de enzimas se utilizan para la producción de biodiesel, en la industria de los aromas y saborizantes, en detergentes, en el tratamiento de aguas residuales, en la industria farmacéutica, etc. La lipasa más utilizada y estudiada en la actualidad es la lipasa B de *Candida antarctica* (llamada simplemente CALB), una levadura aislada del fondo del lago Vanda en la Antártida, la cual se caracteriza porque sus aguas presentan concentraciones extremadamente elevadas de sales.

En la imagen 6 podemos observar la superficie de CALB, coloreada ahora a partir de las cargas

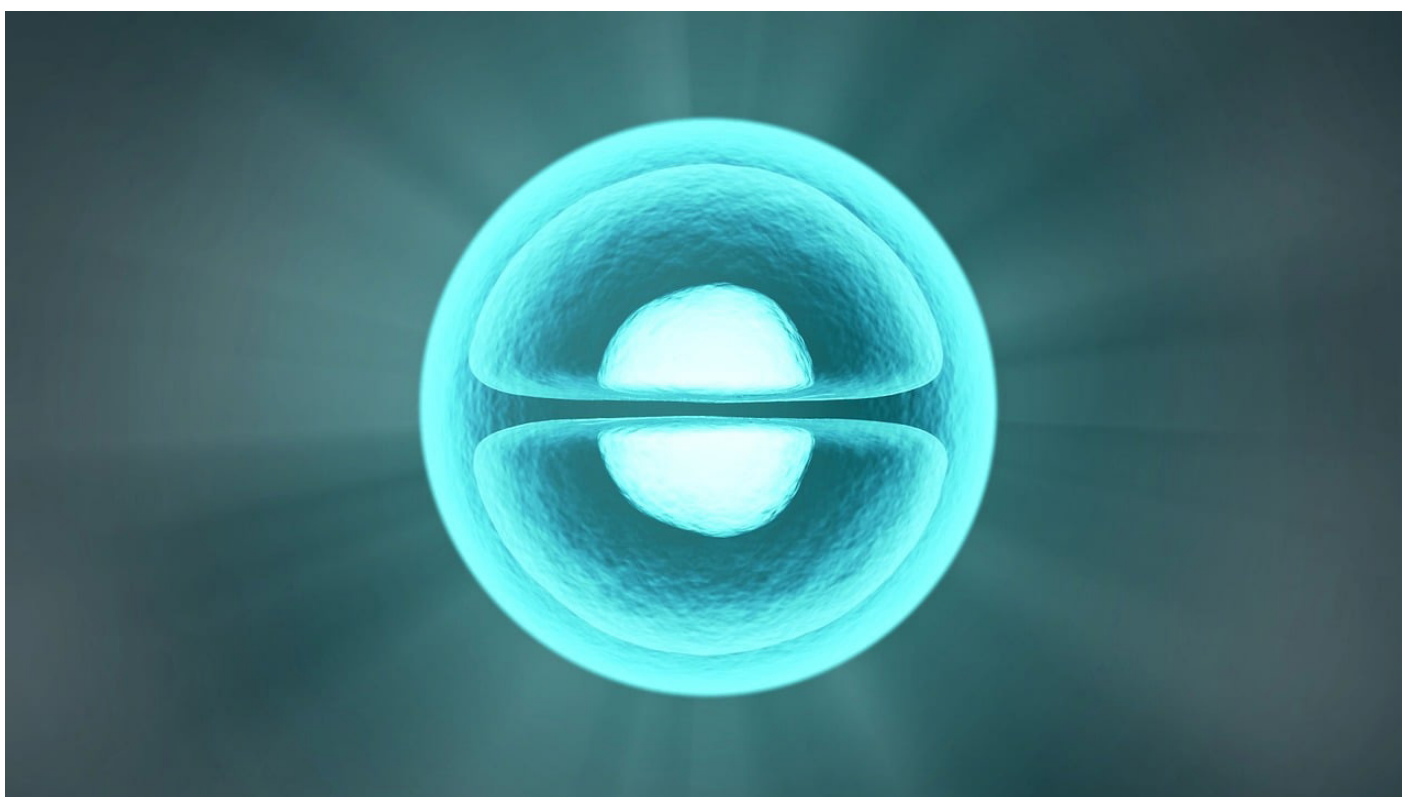


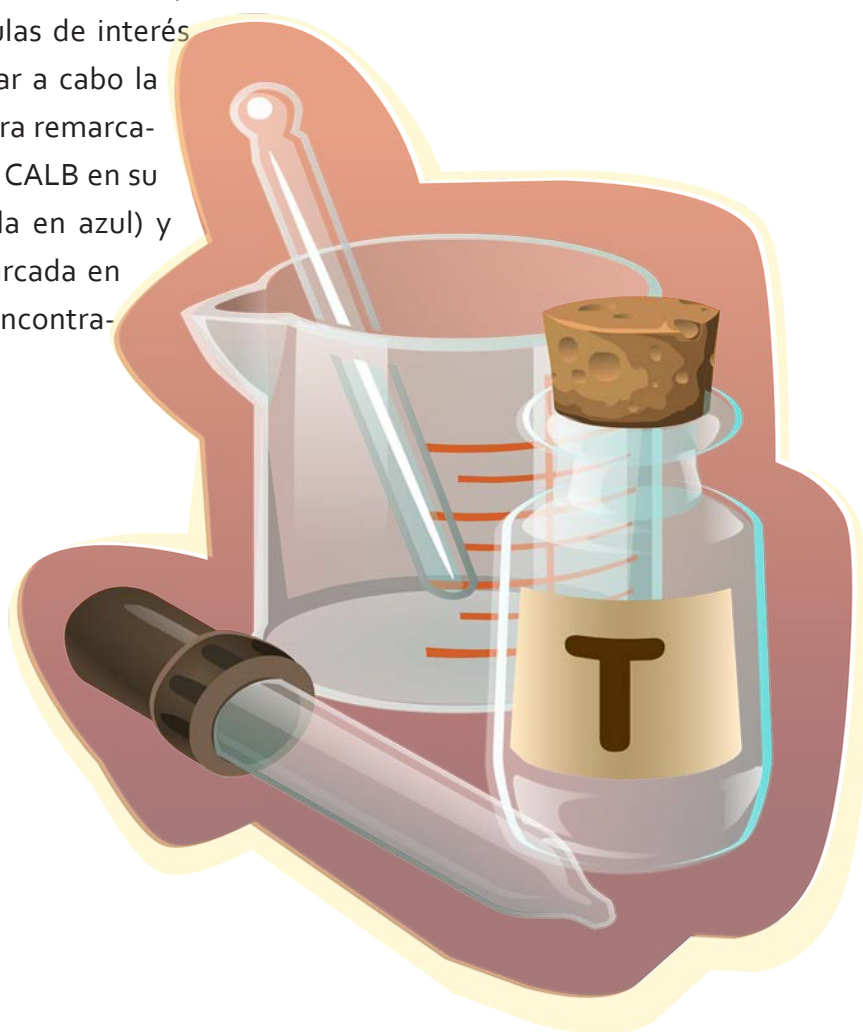
Imagen de ar130405 en Pixabay

que presentan los aminoácidos que la conforman: el color blanco representa a aminoácidos sin carga, el rojo a aminoácidos cargados negativamente y el azul a los cargados positivamente.

Otra de las ventajas de realizar estudios estructurales de las enzimas es que podemos conocer con mucho detalle los movimientos que estas biomoléculas realizan para llevar a cabo su función. Volviendo al ejemplo de CALB, esta enzima posee una especie de «tapa» que abre y cierra, permitiendo o negando la entrada de moléculas hacia el sitio activo, lugar al que es necesario que lleguen las grasas y otras moléculas de interés industrial para que se pueda llevar a cabo la reacción. En la imagen 7 se muestra remarcado dentro de un círculo amarillo a CALB en su estado cerrado (sección coloreada en azul) y en su estado abierto (sección marcada en rojo). Esta estructura puede ser encontra-

da en el Banco de Datos de Proteínas bajo el código 5A6V.

Esperamos que hayas logrado aprender un poco más acerca de las enzimas y su importancia para los seres vivos. De igual manera, que hayas disfrutado tanto como nosotros, los bioquímicos, las hermosas imágenes que puedes encontrar depositadas en el Banco de Datos de Proteínas. ¿Verdad que las enzimas son hermosas y artísticas? Son esos pequeños obreros moleculares que trabajan sin descanso por nosotros.



Joardder M.U.H. y Masud M.H. (2019). A Brief History of Food Preservation. In M.U.H. Joardder & M. Hasan Masud (Eds.), *Food Preservation in Developing Countries: Challenges and Solutions* (pp. 57-66). Cham: Springer International Publishing. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11530-2_

Martínez-Girón J., Figueroa-Sepúlveda K. y Castillo-Robles, N.Z. (2021). Aplicación de altas presiones y otras tecnologías en frutas como alternativa de tratamien-

tos térmicos convencionales. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 271-285. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1772>

Téllez-Luis S.J., Ramírez J.A., Pérez-Lamela C., Vázquez M. y Simal-Gándara J. (2001). Aplicación de la alta presión hidrostática en la conservación de los alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(2), 66-80. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11358120109487649>

ARTÍCULO

¿De dónde provienen los fármacos anticancerosos?

Enrique Martínez Carranza



https://pixabay.com/es/photos/search/cancer/?manual_search=1

Enrique Martínez Carranza, actualmente es investigador posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas y Profesor de Asignatura en la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

enrique.martinez@umich.mx

El cáncer es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, a pesar de los avances que se han tenido en el estudio de la enfermedad en los últimos años. Cada vez se conocen mejor las causas de los diferentes tipos de cáncer, se tiene una mejor capacidad de diagnóstico y se cuenta con una mayor cantidad de tratamientos, así como de compuestos anticancerosos. Sin embargo, el uso de la gran mayoría de estos compuestos, ha presentado altos índices de toxicidad inespecífica y/o resistencia al tratamiento por parte de las células tumorales.

Es importante aquí mencionar que, **el cáncer es un fenómeno que se origina y se desarrolla paso a paso**, es decir, toma tiempo y se caracteriza por el progreso de varios cambios en la organización de la célula, como pueden ser la acumulación de mutaciones que activan oncogenes, la inactivación de genes supresores de tumores, malfuncionamiento de la maquinaria de reparación del DNA y/o de los mecanismos de apoptosis, todo esto lleva a la célula a perder el control sobre la división celular.

En muchas publicaciones científicas, en las que se evalúa la actividad anticancerosa de compuestos específicos, se ha considerado a la citotoxicidad como un sinónimo de compuesto o fármaco anticanceroso, lo que no es realmente cierto, ya que diversas investigaciones han comprobado que **un compuesto citotóxico es, por definición, un compuesto venenoso**. Para ser considerado un compuesto anticanceroso, un citotóxico debe mostrar al menos estas tres características: 1) Selectividad entre las células normales y las células cancerosas, es decir, que sea tóxico para las cancerosas, pero no para las células normales; 2) Tener actividad contra células cancerosas resistentes a múltiples fármacos anticancerosos; y 3) Preferentemente tener un mecanismo de acción no apoptótico, debido a que gran parte de las células cancerosas resistentes a la quimioterapia, tienen capacidad de resistir a fármacos que tienen este tipo de actividad.

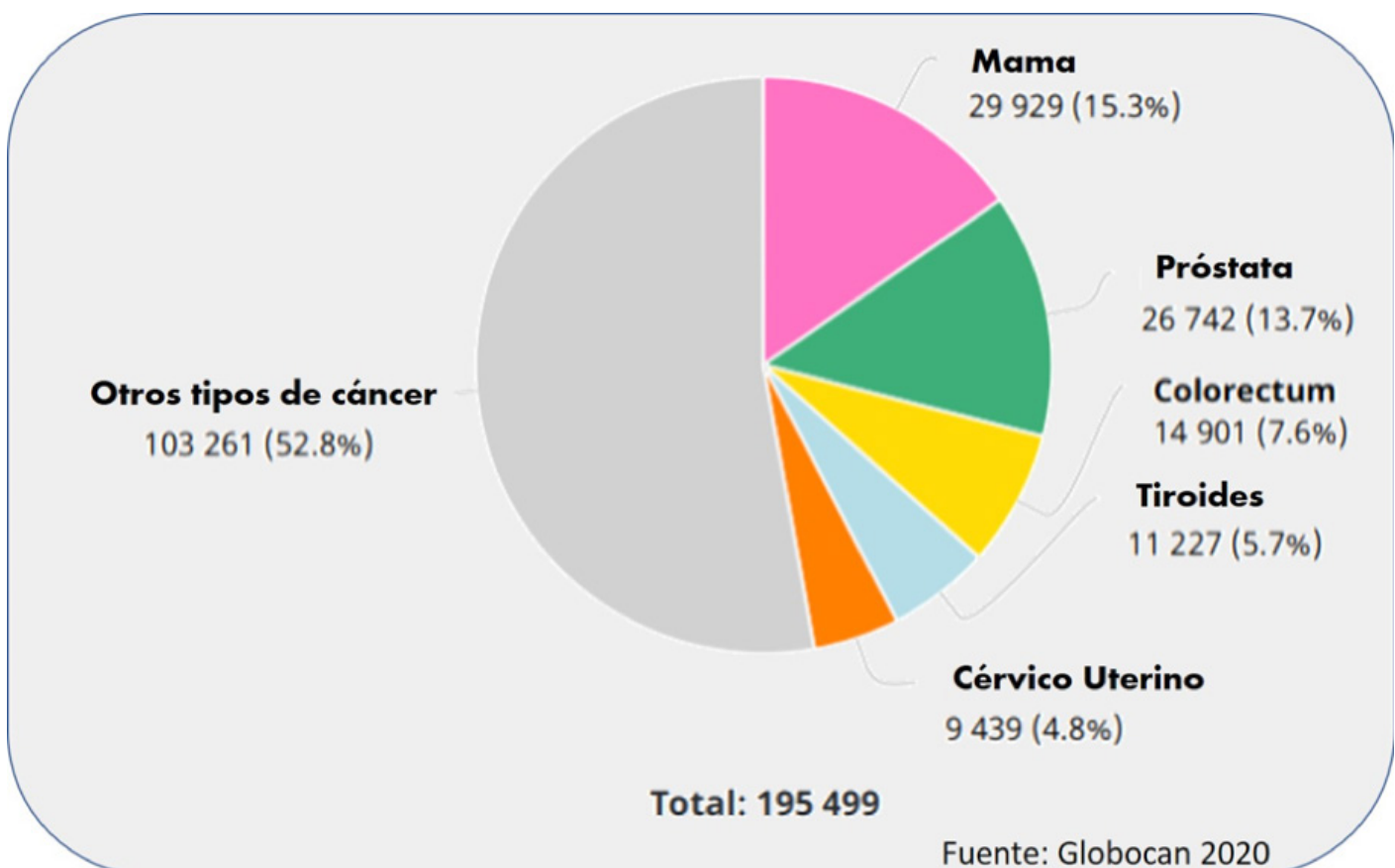
El cáncer en México y en el mundo

Los principales tipos de cáncer en el mundo, hasta el 2020, fueron de mama, próstata, pulmón, colon, cérvico-uterino, estómago, hígado, útero, tiroides y ovario. En México, hay pequeñas diferencias, siendo los más importantes por el número de casos y el índice de mortalidad, los de **próstata y de mama**, con una incidencia de alrededor de 40 casos por cada cien mil habitantes y una **mortalidad de alrededor del 25 % de los casos**.

Debido al aumento gradual de la incidencia de diferentes tipos de cáncer en México y en el mundo, y a la alta incidencia de casos de resistencia a estos fármacos, es **necesario el desarrollo de nuevos compuestos anticancerosos con una menor toxicidad inespecífica** que ayuden a mejorar los pronósticos durante el tratamiento. Es por esto que se ha destinado una gran cantidad de recursos en diferentes países a la investigación que lleve al desarrollo de nuevas moléculas con actividad anticancerosa.

Compuestos anticancerosos

Existen aproximadamente unos cien compuestos anticancerosos aprobados para su uso médico, algunos son específicos en cada tipo de cáncer. Esta enorme cantidad de compuestos será simplificada para lograr abordar en este pequeño artículo, de manera general, el origen de los





compuestos con actividad anticancerosa que son empleados en pacientes con algún tipo de cáncer. Estos fármacos pueden ser ampliamente clasificados en dos grandes grupos: los citotóxicos y los compuestos dirigidos o específicos. **Los compuestos citotóxicos pueden matar rápidamente a las células en división** al interferir en la mitosis o en las rutas de la replicación del DNA.

Los compuestos anticancerosos actuales se obtienen de diversas fuentes, como son plantas, actinobacterias, bacterias, hongos, etc., algunos otros son modificados mediante reacciones químicas con la intención de mejorar sus propiedades farmacológicas al cambiar la estructura química de la molécula.

Como se ha mencionado, **muchos de los fármacos anticancerosos son producidos por las células bacterianas de distintas especies**, entre ellos podemos destacar algunos de los que se mencionan a continuación.

Compuestos anticancerosos de origen microbiano

- **Actinomicina D.** Este fue el primer antibiótico reportado con actividad anticancerosa, también es conocido como Dactinomicina y es produ-

cido por la actinobacteria *Streptomyces parvullus*. Fue aislado por primera vez en 1940 y aprobado por la FDA (*Food and Drug Administration, USA*) en 1964. Este compuesto tiene actividades citotóxicas y anticancerosas al inducir la apoptosis celular independiente de P53. Es utilizado desde 1954 para el tratamiento de distintos tipos de cáncer, como neuroblastoma, sarcoma de Ewings, tumores renales pediátricos, cáncer de células germinales, tumores trofoblásticos, entre otros. Los fármacos anticancerosos que contienen Actinomicina D son encontrados en el mercado como Cosmegen® y Lyovac®.

- **Doxorrubicina.** También conocido como Adriamicina o hidroxildaunorrubicina, originalmente aislado de una cepa mutada de *Streptomyces peucetius*, fue introducido inicialmente en 1969 por sus propiedades anticancerosas. Este compuesto interactúa con el DNA de células en división, inhibiendo la biosíntesis macromolecular, de esta manera, impide la replicación del material genético y, por lo tanto, la duplicación en células cancerosas. Este compuesto está aprobado por la FDA para su uso y se emplea en distintos tipos de cáncer, como cáncer de mama, de ovario, gástrico, leucemia lin-

foblástica aguda, linfomas, entre otros. En el mercado, los medicamentos que contienen Doxorubicina se encuentran como Caelyx®, Myocet®, entre otros.

- **Mitomicina C.** Este es un compuesto descubierto en 1955, producido por *Streptomyces caespitosus*. Es utilizado para el tratamiento de diferentes tipos de cáncer, como carcinoma de pulmón, pancreático, hepático, colorrectal y anal. En el mercado se puede encontrar como Mitomycin®, Kyowa®, entre otros nombres.

Además de los compuestos mencionados, hay muchos más que ya se encuentran disponibles para el tratamiento de pacientes con cáncer y también una gran cantidad de compuestos que se encuentran aún en proceso de investigación, pero con gran potencial como agentes anticancerígenos, entre ellos están, por ejemplo, los ciclodipéptidos, compuestos formados por la unión de dos aminoácidos, con los que se forma un ciclo, producidos por *Pseudomonas aeruginosa*.

Compuestos anticancerosos de origen vegetal

Las plantas son proveedores muy importantes de compuestos y metabolitos secundarios que

tienen un **enorme potencial biotecnológico**, algunos de estos compuestos, llamados flavonoides, **han aportado muchísimo en la investigación y desarrollo de nuevos compuestos anticancerosos.**

En años recientes ha habido un incremento considerable en la cantidad de compuestos descubiertos a partir de plantas, por ejemplo, en 2006 se descubrieron aproximadamente cincuenta mil compuestos nuevos, y para 2014, la cantidad de metabolitos descubiertos producidos por plantas subió a más de trescientos mil, de los que aproximadamente la mitad de ellos son tóxicos y la otra mitad tienen potencial actividad farmacológica. Sin embargo, **solo se han aprobado 240 fármacos anticancerosos en los últimos 40 años**, de los cuales 29 son de origen sintético y el resto son de origen natural.

Algunos de los ejemplos de fármacos obtenidos de plantas, naturales o sintéticos, se describen a continuación:

- **Paclitaxel.** Pertenece a un grupo de compuestos obtenidos del árbol de tejo del género *Taxus*, conocido como taxanos y son inhibidores de la mitosis. A partir de este compuesto se han obtenido algunos derivados, como el docetaxel. El pacli-



https://pixabay.com/es/photos/search/enferma/?manual_search=1

taxel® y el docetaxel® son generalmente utilizados como monoterapias, así como también en combinación con otros fármacos anticancerosos inhibidores de mitosis y pro-apoptóticos, que inducen apoptosis, es decir, muerte celular programada.

- **Vincristina.** Este compuesto es un alcaloide obtenido de especies del género *Catharanthus*. Su mecanismo de acción citotóxica se asocia a la despolimerización de los microtúbulos celulares (proteínas que forman el citoesqueleto de una célula) que son indispensables en la mitosis, por lo que la célula entra en apoptosis. Este fármaco se utiliza en el tratamiento del cáncer de mama, de ovario, leucemia linfoblástica aguda, linfomas, retinoblastoma, entre otros.

- **Colchicina.** Este fármaco anticancerígeno es un alcaloide extraído de plantas del género *Colchicum*, al igual que la vincristina, su mecanismo de acción consiste en la despolimerización de los microtúbulos del citoesqueleto. Es un alcaloide altamente tóxico y muy barato, por lo que se ha utilizado desde hace tiempo en medicina.

Potencial anticanceroso de compuestos producidos por hongos

También los hongos producen una gran cantidad de compuestos naturales, entre los que se pueden mencionar a los policétidos, terpenos, péptidos no ribosomales, entre otros. Estos compuestos naturales han sido la **fuentes de una gran cantidad de fármacos utilizados en la medicina moderna**, como los antibióticos (penicilina), fármacos hipocolesterolémicos (lovastatina) e inmunosupresores (ciclosporina). Sin embargo, actualmente no hay compues-

tos de origen fúngico aprobados para el tratamiento de pacientes con cáncer.

Seguir en la búsqueda de compuestos naturales anticancerosos

Aunque en la actualidad existe una gran cantidad de compuestos reportados a partir de microorganismos como actinobacterias, bacterias y hongos, así como derivados de plantas, estos compuestos **deben ser estudiados minuciosamente antes de ser sometidos a pruebas como potenciales agentes anticancerosos.** Estos estudios, que por lo general duran varios años, son también muy costosos. Solo algunas de las moléculas propuestas con actividad anticancerosa son aprobadas para ensayos clínicos y su posterior administración en el tratamiento contra el cáncer.

Es muy importante continuar con la investigación y con el desarrollo de nuevos fármacos anticancerosos, ya que los diferentes tipos de cáncer representan una de las primeras causas de muerte a nivel mundial y se han reportado gran cantidad de casos de resistencia a la quimioterapia.



Baindara P. y Mandal S.M. (2020). Bacteria and bacterial anticancer agents as a promising alternative for cancer therapeutics. *Biochimie*, 177, 164-189. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2020.07.020>

Pardo-Andreu G.L., Marín-Prida J., Cuesta-Rubio O., Ochoa-Rodríguez E., Reyes-Verdecia Y., Pellón-Condom R. y Docampo-Palacio M. (2018). *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 8(1), 1-8. https://www.researchgate.net/publication/351055821_Antiprolifera

tive_activity_of_compounds_that_interfere_with_mitochondrial_function_Anticancer_and_antiparasitic_potential

Reyes-Álvarez K.A., Lozano-Aguilar E.J., Estrada H.G., Linárez-Álvarez N., Torres-García O.A. y Muñoz-Ramírez A.L. (2020). Prometedor hallazgo de tres plantas con actividad anticancerígena. *SayWa*, 1(1), 27-33. <https://revistas.uan.edu.co/index.php/saywa/article/view/675>

ARTÍCULO

Artrópodos en la hojarasca: Un auténtico microcosmos

Manuel Ochoa-Sánchez y Jessica Jazmín Ríos-Ibarra



https://pixabay.com/es/photos/search/cole%C3%B3pteros./?manual_search=1&pagi=2

Manuel Ochoa-Sánchez. Departamento de Ecología Evolutiva, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

man_och13@outlook.com

Jessica Jazmín Ríos-Ibarra. Departamento de Ecología Vegetal, Posgrado en Biociencias, Instituto Politécnico Nacional.

jessica.ib2011@gmail.com

Los artrópodos son los animales más diversos del planeta. Etimológicamente, artrópodo viene del latín —*arthropoda*— que significa *arthro* ('articulación') y *poda* ('pie'). Es decir, se trata de organismos que tienen sus «patas» articuladas/seccionadas. Una característica importante de estos animales es su incapacidad de regular su temperatura corporal, en consecuencia, **dependen directamente de la temperatura ambiental para sobrevivir**. Esto tiene sus desventajas, ya que las altas temperaturas los agotan con rapidez, mientras las bajas los paralizan con facilidad. En conse-

cuencia, los artrópodos suelen ser pequeños, pues de esa forma minimizan el impacto ambiental en su movilidad. Por sus dimensiones, estos animales **fácilmente pasan desapercibidos**; sin embargo, viven con nosotros en todo momento. Evidencia de ello, lo obtendremos al mirar a nuestro alrededor y notar la presencia de hormigas, arañas, mariposas, escarabajos, alacranes, chinches y moscas. **Los artrópodos viven en cualquier ambiente terrestre** que nos podamos imaginar, pero en la hojarasca ocurre una ajetreada, compleja y fascinante interacción digna de estudiar.

La hojarasca, un auténtico microcosmos

Los bosques tropicales son sitios caracterizados por su exuberante vegetación. Sus altos árboles y misteriosos sonidos que emanan de ellos nos mantienen con la atención hacia arriba. Sin embargo, en los bosques tropicales también encontramos tapetes profundos y extensos de hojarasca. Entre tantas hojas, ramitas, pedazos de tronco, suelo y otras cosas (como hongos), hay una increíble cantidad de artrópodos interactuando entre sí. Estos pueden comerse, aunque también pueden colaborar o de plano ignorarse, lo cierto es que **cientos y cientos de «bichitos» interactúan en cada metro cuadrado de hojarasca**. Puesto que la superficie de los bosques es irregular, la hojarasca se acumu-

la en diversas formas. En algunos casos se pueden formar auténticos pozos de hojarasca de varios centímetros de profundidad. Entre tantas hojas, se forman huecos con variaciones ambientales, lo que representa un auténtico complejo de condominios a pequeña escala, es decir, microhábitats. Estos condominios serán ocupados por artrópodos con diferentes requerimientos ambientales. En este espacio, abordaremos las **interacciones ecológicas que ocurren entre los artrópodos de la hojarasca y su importancia para el ecosistema**.

Pero, antes de seguir, ¿cómo estudiamos los artrópodos de la hojarasca? Para estudiar estos organismos se requiere aislarlos de la hojarasca, tarea que sería increíblemente cansada y complicada si se hiciera manualmente. En consecuencia, se han diseñado métodos de muestreo específicos para este fin. Un ejemplo práctico y accesible reside en el saco Winkler, que se trata de un saco de malla metálica, rodeado de tela. La hojarasca se coloca en la malla y se deja el trabajo a la gravedad. Conforme pasa el tiempo, los artrópodos migran hacia abajo. Eventualmente caen al fondo, donde los espera un frasco con alcohol para recolectarlos. En ambos casos, el tiempo de filtración es importante y, por lo general, cinco días son suficientes para recuperar la mayoría de los organismos.



<https://pixabay.com/es/photos/naturaleza-al-aire-libre-hormigas-3181144/>



<https://pixabay.com/es/photos/hormigas-ant-grupos-equipo-2809019/>

Artrópodos de la hojarasca, ecología e importancia

Pero, hagamos otra pregunta, **¿qué importancia tiene estudiar a los artrópodos?** Una forma de apreciar la importancia de un animal ocurre al estudiar su alimentación. Puesto que los artrópodos son muy numerosos, **lo que comen es relevante para el equilibrio ecosistémico.** En la hojarasca abunda material vegetal y cadáveres de animales, esto es, materia orgánica. Algunos artrópodos de la hojarasca son capaces de alimentarse de ella, es decir, **son detritívoros.** Al alimentarse, los artrópodos detritívoros **transfieren nutrientes a plantas y animales: este proceso se llama biodisponibilización de nutrientes.** La biodisponibilización de nutrientes representa un mecanismo de reciclaje de nutrientes complejos (como la celulosa de las plantas) que genera nutrientes más sencillos. Los nutrientes liberados en las excreciones de los artrópodos detritívoros son asimilables por las plantas, en consecuencia, los artrópodos detritívoros **ayudan a fertilizar el suelo,** lo que promueve el crecimiento vegetal y, a su vez, atrae más animales. Organismos detritívoros clásicos son: diplópodos, ácaros, isópodos, colémbolos y algunos coleópteros.

Otro grupo importante de artrópodos en la hojarasca son los **ingenieros ecosistémicos.** Por ingenieros ecosistémicos, entendemos todo **organismo cuya actividad biológica modifica la estructu-**

ra física del hábitat, creando microhábitats (como los pequeños condominios que se forman en la hojarasca). En el caso del suelo, los principales artrópodos con este rol son las hormigas y las termitas, aunque las lombrices también son importantes. Las termitas y hormigas crean extensos nidos subterráneos, con lo cual movilizan mucha materia orgánica que modifica las propiedades del suelo, como su porosidad. Un suelo poroso es importante para el crecimiento de las plantas, pues les permite hidratarse y nutrirse adecuadamente. Adicionalmente, **los ingenieros ecosistémicos agregan complejidad estructural al hábitat,** es decir, agregan más espacios con diferentes características ambientales. Estos «condominios» en la hojarasca, suelen tener mayor humedad y una temperatura menor a la ambiental, lo que resulta más benigno para los artrópodos.

Hasta ahora hemos platicado sobre los artrópodos detritívoros y los ingenieros ecosistémicos que biodisponibilizan nutrientes y crean microhábitats, respectivamente. Puesto que existe mucha materia orgánica, en principio no habría limitación para el crecimiento de los artrópodos detritívoros, salvo la llegada de animales que se los coman.

¡El otro gran grupo de artrópodos en la hojarasca son los depredadores!

Ejemplos de artrópodos depredadores son

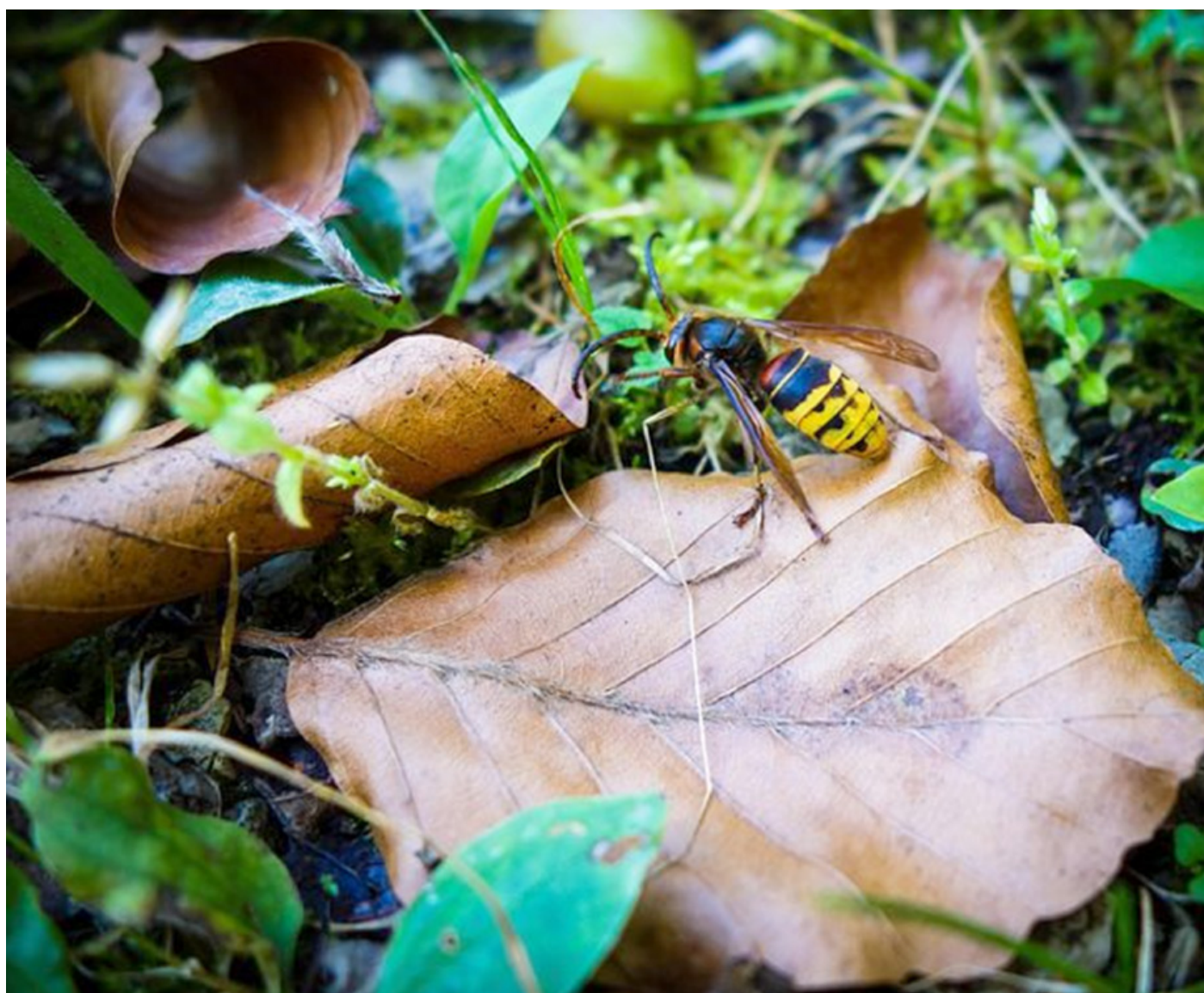
arañas, alacranes, parasitoides e hiperparasitoides, por mencionar algunos. Estos dos últimos merecen una breve descripción. **Los parasitoides son avispas que inyectan su larva dentro del cuerpo de otro artrópodo** y, conforme la larva crece, se alimenta de su interior. Por si fuera poco, existen avispas más especializadas (los hiperparasitoides) que inyectan su larva a los desdichados artrópodos que ya tenían dentro de sí a una larva de un parasitoide. En estos casos, **el objetivo del hiperparasitoide es alimentarse de la larva del parasitoide**. Parasitoides e hiperparasitoides suelen buscar artrópodos que habitan los «condominios» de hojarasca, lo cual nos muestra que la comodidad ambiental encontrada en la hojarasca, no está exenta de riesgos.

En conjunto, las actividades de los artrópodos detritívoros y los ingenieros ecosistémicos, promueven la diversidad biológica. La diversidad es un concepto universal, cuya esencia radica en cuántas cosas distintas hay y en qué abundancia está

representada cada una. En el caso de una comunidad biológica, tenemos diferentes tipos de diversidad, como la taxonómica y funcional. Mientras la primera se enfoca en la identidad de las especies, la segunda se centra en el rol ecosistémico de las mismas, es decir, si son detritívoros, depredadores, etc. De forma general, **en la hojarasca podríamos considerar que a mayor cantidad de recursos alimenticios y complejidad de hábitat** (más condominios con características diferentes), **mayor será la diversidad taxonómica y funcional**.

Los artrópodos de la hojarasca en México

Hace algunos años concluyó el proyecto titulado «Artrópodos de la hojarasca de Latinoamérica» (LLAMA, por sus siglas en inglés). El objetivo principal fue documentar la biodiversidad terrestre de artrópodos de Mesoamérica, desde Nicaragua hasta el Sur de México. LLAMA fue un proyecto internacional en el que participaron universidades e



https://pixabay.com/es/photos/search/insectos%20suelo/?manual_search=1

investigadores de Estados Unidos y Latinoamérica. En el caso de México, destacó la participación de El Colegio de la Frontera Sur, con sede en Chiapas. **Gracias al proyecto LLAMA, se dimensionó la increíble diversidad que alberga la hojarasca del bosque tropical chiapaneco.**

Otro ejemplo interesante, radica en los cafetales de sombra, sitios que combinan la vegetación arbórea nativa con el estrato arbustivo de las plantas de café. Tanto los árboles nativos, como las plantas de café, proveen una constante fuente de hojas que rápidamente genera capas gruesas de hojarasca. Los autores de estas investigaciones tuvieron la oportunidad de trabajar en un cafetal de sombra ubicado en Tamasopo, San Luís Potosí. En dicho lugar, la comunidad de artrópodos es muy diversa, pues contiene múltiples especies de los diferentes grupos aquí enunciados, es decir, diferentes detritívoros, ingenieros ecosistémicos y depredadores.

Los artrópodos de la hojarasca **son importantes para la salud ecosistémica de los bosques, por ello, deben considerarse en todo programa de monitoreo y conservación forestal.** Además, estudiarlos puede representar una alternativa accesible para diagnósticos ecosistémicos rápidos y confiables. Como

regla general, **mientras más diversa sea la comunidad, mayor estabilidad ecosistémica tendrá.** Por ejemplo, la diversidad de artrópodos depredadores es un bioindicador indirecto de la cantidad de artrópodos presentes en la hojarasca. Mientras mayor sea la diversidad de artrópodos depredadores, mayor será la abundancia de otros artrópodos (sus posibles presas) que, a su vez, podría interpretarse como una señal de salud ecosistémica.

Ante la desafiante situación que experimentamos con el cambio climático, la rampante deforestación y explotación de recursos forestales, nuestra mejor oportunidad de sobrevivir reside en respetar y conservar los mecanismos naturales de productividad ecosistémica. Los artrópodos de la hojarasca son un componente clave de estos mecanismos, por lo que **su estudio nos puede ayudar a diagnosticar y monitorear el estado de los ecosistemas.**



Díaz J.E., Amat G.D. y Vargas O. (2007). Los artrópodos del suelo y la hojarasca como indicadores de la restauración ecológica del bosque altoandino. En: Vargas, O. (Ed.). *Restauración Ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C)*, pp. 227-240. Publisher: Universidad Nacional de Colombia: Grupo de Restauración Ecológica. https://www.researchgate.net/publication/267028748_Los_artropodos_del_suelo_y_la_hojarasca_como_indicadores_de_la_restauracion_ecologica_del_bosque_altoandino

Longino T.J. (2011). Leaf Litter Arthropods of Mesoamerica (LLAMA). *National Science Foundation (NSF)*. <https://archives.evergreen.edu/webpages/projects/llama/>

Palacios-Vargas J., Mejía-Recambier B.E. y Cutz-Pool L.Q. (2009). Microartrópodos edáficos. *Diversidad biológica e inventarios*, pp. 203-211. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Palacios-Vargas/publication/283571468_Microarthropods_from_the_Ecological_Reserve_of_the_Pedregal/links/56403bae08aec6f17ddb8861/Microarthropods-from-the-Ecological-Reserve-of-the-Pedregal.pdf

ARTÍCULO

¿Existe la energía «limpia»?

César Ramírez-Márquez y José María Ponce-Ortega



Imagen de Gerd Altmann en Pixabay

César Ramírez-Márquez. Profesor de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

cerama@hotmail.es

José María Ponce-Ortega. Profesor de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

jose.ponce@umich.mx

En innumerables ocasiones hemos escuchado que, sin energía, la humanidad regresaría a la época de las cavernas. Si se definiera burdamente el concepto de **energía**, se diría que es **aquello capaz de producir un cambio en la materia**. La energía es, sin duda, uno de los pilares elementales del progreso de la humanidad. Hoy en día, el rol del sistema energético es una de las prioridades de la agenda política, social y científica, esto por el previsible agotamiento de los combustibles de origen fósil y por sus evidentes efectos de contaminación al planeta.

En las últimas décadas, se han realizado una serie esfuerzos para mitigar los efectos del cambio climático, y se ha mencionado que una buena alternativa es **mudar a fuentes de energía renovable**. Hay que recordar que la energía renovable es aquella que surge de fuentes naturales e inagotables, como **el agua, el sol, o el viento**. Es indiscutible que existen beneficios asociados al cambio a energías renovables, como es la reducción a la dependencia energética a los combustibles fósiles. Además, científicos y entes gubernamentales, entre muchos otros actores de la sociedad, han mencionado una serie de beneficios en el uso de estas fuentes renovables, como las casi nulas emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción en la huella de carbono, el evitar explotar los recursos naturales y la disminución de los residuos de las plantas generadoras de energía. Es decir, se marca una transición energética utópica. No obstante, **cada una de estas fuentes renovables presenta una serie de inconvenientes que vale la pena señalar**, y poner en evidencia que, al día de hoy, contrario a lo que muchos piensan, **la transición energética no es el remedio milagroso** a los problemas de contaminación, para la reducción de huella de carbono y del uso de los recursos naturales.

Limitaciones de la energía renovables

Las energías renovables no son la panacea, tienen evidentes limitaciones físicas. Es decir, cuentan con una baja densidad de energía por superficie, tienen una fuerte dependencia a las condiciones meteorológicas, entre otros factores, lo que hace que su potencial de crecimiento sea limitado.

En pleno siglo XXI, no contamos con una fuente de energía realmente «limpia» y segura que garantice las altas demandas energéticas. Por parte de **la energía eólica**, Lee Miller y David Keith, investigadores de la Universidad de Harvard, señalan que el establecimiento de las turbinas eólicas **redistribuye las masas de aire caliente y húmedo en la atmósfera**, trayendo como consecuencia el calentamiento del planeta. Lo que representa, que la energía eólica como una fuente alternativa a la energía renovable, puede tener efectos perjudiciales, como el **calentamiento global y la producción de gases de efecto invernadero**, además de que estimaron que **su rendimiento energético es cien veces menor de lo esperado**.

Otro tipo de fuente renovable es la **energía solar**, esta es usada con frecuencia para generar electricidad a través de módulos fotovoltaicos. **Los módulos fotovoltaicos se fabrican con materiales**



Imagen de Colin Behrens en Pixabay



https://pixabay.com/es/photos/search/biocombustibles/?manual_search=1

que deben tratarse como residuos peligrosos al final de su vida útil, como el silicio o el plomo, aparte de que para ser fabricados se requiere un alto consumo energético para lograr las purzas requeridas del material, por ejemplo, del silicio grado solar (pureza 99,9999 %). Para conseguir esa pureza tan elevada se requiere de un proceso de alto consumo energético, que en balance puede ser más la energía requerida para producir el panel solar, que la que suministrará el panel en toda su vida útil. Además, de que los procesos de producción de silicio grado solar para la fabricación de módulos fotovoltaicos, suelen tener un alto impacto ambiental por la alta producción de emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente.

El gran desarrollo de la capacidad instalada de módulos fotovoltaicos en varios países se ha derivado, en su mayor parte, al consentimiento de incentivos a través de tarifas preferenciales para empresas y particulares que generan electricidad a través de paneles solares, alicientes que se han convertido en algunos países en cargas fiscales importantes, y por lo demás representarán en algunos

años un problema de contaminación por los paneles residuales (después de los **25 años en promedio de su vida útil**).

Los **biocombustibles** representan una alternativa de energía renovable. Y aunque usted ha escuchado o leído, que son los grandes agentes que resolverán los problemas de cambio climático y la contaminación por la acumulación de residuos, hoy en día se está lejos de ello. Uno de los mayores problemas es que si los cultivos de biocombustibles sustituyen a las cosechas alimenticias en las tierras agrícolas, esto incitará una destrucción de tierra boscosa para cultivar alimentos que, a su vez, liberará considerable carbono del suelo, originando más emisiones de carbono de lo que los biocombustibles son capaces de disminuir en su uso en transporte. Por lo que, inmediatamente, se creyó que la solución estaba en los biocombustibles de segunda y tercera generación, que no se basan en cultivos alimentarios sino en residuos agrícolas, otro tipo de remanentes o algas. No obstante, en la producción de los biocombustibles de segunda o tercera generación, también existe la **contaminación de**

los recursos hídricos, la erosión del suelo, y que el lavado de las materias primas y otras fases del proceso de producción de biocombustibles, resultan altamente preocupantes por la **alta producción de gases de efecto invernadero**.

Como se puede apreciar, pareciera ser que, si contabilizamos desde la quema del biocombustible, de la energía procedente del panel solar ya construido, o de los molinos eólicos, el balance entre suministro de energía e impacto ambiental es positivo, pero siempre hay que ver la huella generada desde un principio hasta el final para poder comparar.

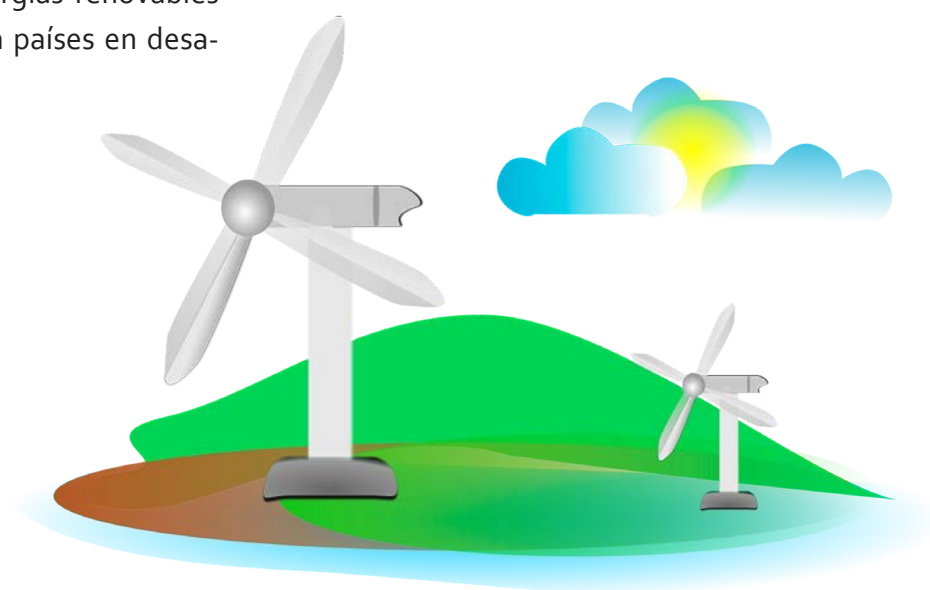
¿Cuál es la tendencia en uso de energías?

La tendencia sigue indicando que **el consumo de combustibles fósiles permanecerá dominando el panorama energético global a corto y mediano plazo**. No obstante, al ser de origen no renovable, están abocados a desaparecer. Se tiene que explorar y evaluar todas las posibilidades para garantizar el suministro energético óptimo y que el impacto ambiental que esto conlleva sea mínimo, por lo que este artículo no debe verse como una crítica fundamental a las energías renovables. Algunos de los impactos de estas fuentes de energía, pueden ser beneficiosos. En realidad, las energías renovables han brindado acceso energético a países en desa-

rollo, por lo tanto, el artículo debe considerarse como una etapa preliminar para ser más serios en la evaluación de estos impactos.

El verdadero impacto positivo, vendría en la **concientización de empresas, gobiernos y sociedad en general**, de que la reducción en el consumo energético y su uso eficiente son trascendentales para mitigar los problemas de emisiones de gases de efecto invernadero, la disminución en la huella de carbono, el impedir explotar los recursos naturales, y el descenso de los residuos de las plantas generadoras de energía.

El contexto provocado por el SARS-CoV-2 parece haber catalizado las tendencias observables en el sector de la energía. Una drástica reducción de la contaminación inducida por la caída estrepitosa de la demanda, en especial de combustibles no renovables (origen fósil), han apremiado la toma de medidas en pos de una economía baja en emisiones de carbono. Es decir, **el camino está en la reducción del consumo y su uso eficiente, más que en el origen de la fuente**. Además, es prudente considerar a las energías renovables como una fuente complementaria importante en la generación de energía.



Mancilla N.G. (2016). Factores clave en el desarrollo energético de México. *Ecoosfera*. <https://ecoosfera.com/medio-ambiente/factores-clave-en-el-desarrollo-energetico-de-mexico/>

Miller L.M. y Keith D.W. (2018). Climatic impacts of wind power. *Joule*, 2(12), 2618-2632. https://keith.seas.harvard.edu/files/tkg/files/climatic_impacts_of_wind_power.pdf

[harvard.edu/files/tkg/files/climatic_impacts_of_wind_power.pdf](https://keith.seas.harvard.edu/files/tkg/files/climatic_impacts_of_wind_power.pdf)

Sánchez G. (2002). El difícil reto de la energía nuclear. *Mundo Científico*, 237, 58-63. <https://diarium.usal.es/guillermo/files/2014/02/MundoCientificoSep2002RetoEnergiaNuclear1.pdf>

ARTÍCULO DE PORTADA

Daño e impacto ambiental en la antigüedad

Fernando Toyohiko Wakida Kusunoki y Lizeth Carolina Aguilar Dodier







https://pixabay.com/es/photos/search/impacto%20ambiental/?manual_search=1

Cuando se habla de contaminación y el daño al medio ambiente **se tiene la creencia que esta empezó con la revolución industrial en el siglo XIII**, cuando muchos de los procesos de fabricación se hicieron más rápido y masivos debido a la invención de la máquina de vapor, la cual aumentó la demanda de materias primas como el hierro y el carbón mineral.

Sin embargo, **el daño al medio ambiente tiene sus orígenes desde los comienzos de la humanidad** y se exacerbó cuando este se hizo sedentario por el descubrimiento de la agricultura y ganadería. Claro que, en esos tiempos, esta contaminación era mínima y localizada debido a la baja población existente.

Extinción de especies

Siempre hemos pensado que el estilo de vida de recolección y la caza de la prehistoria no había

tenido ningún impacto grave sobre los ecosistemas. Sin embargo, **se ha comprobado que la llegada del humano a algunas partes del mundo ha implicado la extinción de muchas especies**. Mucho se ha discutido que la desaparición de la megafauna (mamuts y tigres diente de sable entre otros) en América se debió a la llegada de los humanos, debido a que coincide con la llegada de estos al continente americano. Sin embargo, otros investigadores lo han atribuido a cambios climáticos.

Lo que si se ha comprobado, es que la llegada de seres humanos contribuyó a la extinción de muchas especies, especialmente en islas que fueron poblando, **ya sea por la caza o la introducción involuntaria de fauna nociva como ratas**. Por ejemplo, en Nueva Zelanda, la caza exterminó a los moas y otras grandes aves. Los moas eran parecidas a los avestruces que medían más de 2 metros y desaparecieron solo 200 años después del arribo

de los humanos. Esto no solo ocurrió en la Polinesia, se sabe de la extinción de mamíferos y tortugas grandes en las islas del Mediterráneo como Creta y Chipre después de la llegada de los seres humanos.

Deforestación y uso de recursos naturales

Sin embargo, el impacto ambiental de los seres humanos en la antigüedad no solo fue en la extinción de especies, si no en procesos ambientales más graves como la **contribución a la desertificación, erosión o contaminación**. Como se mencionó anteriormente esta degradación ambiental se debió principalmente al descubrimiento de la **agricultura, ganadería y a la aparición de los asentamientos humanos**.

Cuántas veces nos hemos preguntado ¿cómo pudieron florecer estas ciudades en medio del desierto? cuando vemos fotos o visitado algunos vestigios o ruinas. Sin embargo, lo que no conocemos, es que en el tiempo que estas ciudades florecieron, las condiciones ambientales alrededor de éstas eran totalmente diferente y cambiaron debido a

la actividad humana. Ejemplos de esto, existen en muchas partes del mundo. El primer ejemplo, es el de la cultura Anazasi, localizada en el Cañón del Chaco, en Nuevo México. Esta cultura construyó grandes edificaciones dentro un cañón, que fueron las edificaciones más altas construidas en Estados Unidos antes de la construcción de los rascacielos. Algunos investigadores atribuyen al abandono de dichas edificaciones a los posibles cambios climáticos ocurridos, sin embargo, otros investigadores han declarado que en la época en la cual empezaron los trabajos de construcción, esa zona no estaba rodeada del actual desierto, sino de bosques de pinos. Lo que explica las doscientas mil vigas de madera usadas en las construcciones y la madera que utilizaban para calentarse y cocinar. Es decir, **al parecer la cultura Anazasi, acabó con los bosques existentes de los alrededores que produjo grandes cambios en ambiente local**.

Otro ejemplo más general es aquel ocurrido en el medio oriente y en muchas partes del Mediterráneo como Grecia. Muchas de estas regiones



Monumento Nacional Castillo de Moctezuma, Valle del Rio Verde, Arizona Estados Unidos (Fotografía Autoría Propia).

solían estar cubiertas con bosques de cedros. Pero **muchos años de deforestación, sobrepastoreo y erosión han producido un paisaje infértil, desértico e inhóspito.** Gracias a antiguos escritos se sabe que, en los años dorados de los romanos, el camino de Bagdad (Irak) a Damasco (Siria) era rodeado de bosques de cedros donde hoy son terrenos desérticos. Se mencionan de la misma manera que los griegos deforestaron gran parte de su territorio por la tala y posterior sobrepastoreo provocando gran erosión y que los ríos se fueran paulatinamente llenándose de sedimentos. Los sumerios provocaron con sus prácticas de agricultura la salinización de grandes extensiones de tierra de cultivo.

De acuerdo con algunos historiadores para el año 206 antes de nuestra era, durante la dinastía Han, vivían alrededor de 60 millones de personas en China, la gran mayoría distribuida por el norte de China. Esta población hizo que una **gran cantidad de superficie fuera dedicada a la agricultura en detrimento o destruyendo bosques.** Aunado a esto, durante esta dinastía se hicieron grandes palacios los cuales requerían una gran cantidad de madera para su construcción. Fue durante esa época que se construyó la gran muralla china para propósitos defensivos. Para construir esta muralla se calcula que la tercera parte de la fuerza laboral de China fue obligada a trabajar. **Los bosques por**

donde pasaba la muralla fueron derivados para usarse como combustible para los hornos donde se fabricaban los ladrillos y para cocinar los alimentos, así como para proveer calor. Según algunos autores mencionan que muchos de estos bosques fueron tan severamente talados que nunca se recuperaron.

Colapsos de sociedades

Otros casos de degradación ambiental en conjunto con algunos cambios climáticos han sido la causa del colapso de algunas culturas. Por ejemplo, el colapso escalonado y generalizado de los centros políticos mayas del período Clásico que sucedió entre los años 750 y 1000 de nuestra era. De acuerdo con algunos arqueólogos se calcula que durante este periodo vivían entre 3 a 10 millones de personas en el área que comprende actualmente los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco, así como, Guatemala, Belice, porciones de El Salvador y Honduras.

Algunos estudios sugieren que la **deforestación debido a la gran demanda de madera** que se utilizaba como combustible para producir la cal con la que adornaban sus templos y monumentos, así como para abrir campos dedicados a la agricultura resultó en una fuerte erosión del suelo y degradación de los ecosistemas. Todas estas prácticas au-



Ruinas romanas en el centro de Roma (Fotografía Autoría Propia).



Sitio arqueológico de Oxtankah en el estado de Quintana Roo (Fotografía Autoría Propia).

nadas al **cambio de uso de suelo** contribuyeron al calentamiento y reducción de lluvias en la región. Por lo cual las cosechas se redujeron. Todos estos factores aunados a otros sociales contribuyeron al decline y abandono de estos centros políticos y de población.

Posiblemente, uno de los casos más impactantes de como la degradación ambiental puede colapsar una sociedad es la que ocurrió en la Isla Pascua. La isla Pascua se encuentra aproximadamente a 3700 km de Sudamérica, mide aproximadamente 24 por 12 km. Cuando los primeros europeos llegaron a esta isla se encontraron con una isla que tenía unas estatuas enormes de 11 metros en un paisaje dominado por praderas. Lo cierto es que cuando arribaron los primeros pobladores de la isla, el paisaje era totalmente distinto, cubierto de bosques, sin embargo, **los pobladores talaron los árboles para obtener madera para sus canoas de pesca y transportar sus grandes estatuas**. Fue tal la tala de árboles que al final no había árboles en la isla. **La falta de bosque provocó erosión y reducción de sus cultivos**. Para cuando esto sucedió

se calcula habría alrededor de siete mil habitantes, más de lo que la isla podría mantener. Debido a la falta de alimentos, hubo un colapso en la sociedad dando como resultado enfrentamientos entre grupos, en los cuales los derrotados era esclavizados o comidos, es decir se practicó el canibalismo.

Estos enfrentamientos redujeron la población alrededor de dos mil habitantes de acuerdo con las observaciones de Roggeveen (el primer europeo en llegar a la isla). Como se puede ver, el colapso de esta sociedad se debió a la sobrepoblación y devastación del ecosistema, sin embargo, como siempre, hay otras teorías que indican que el deterioro ambiental en la Isla de Pascua no fue tan rápido como lo han descrito algunos autores, si no que fue un fenómeno paulatino y posiblemente causado no solamente por el humano, sino también por la fauna nociva como las ratas.

Finalmente, **algunos historiadores piensan que la degradación ambiental en la forma de deforestación y erosión han sido más importantes en el moldeo de la humanidad**, que por los reinos o por las invasiones de ejércitos.

Fernando Toyohiko Wakida Kusunoki, Ingeniero Químico egresado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y en la cual imparte clases desde 1989. Realizó estudios de Maestría en evaluación y administración ambiental en la Universidad de Oxford Brookes y de Doctorado en Ingeniería, en la Universidad de Sheffield en el Reino Unido. Sus proyectos de investigación han versado sobre la evaluación de contaminantes en suelo, agua y aire.

fwakida@uabc.edu.mx



Lizeth Carolina Aguilar Dodier, es Ingeniera Química y Doctora en Ciencias Químicas, Profesora de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California. Realiza investigaciones enfocadas a la contaminación del aire y modelos de dispersión de contaminantes en la atmósfera, con experiencia y logros en la medición y análisis de contaminantes asociados a partículas y representación gráfica de la dispersión de gases provenientes de industrias. Con interés en la medición de contaminantes y utilización de software para conocer la dispersión de contaminantes en aire con el objetivo de conocer la concentración a la que se encuentra expuesta la población, medir la calidad del aire en sitios de interés e identificar a la población vulnerable.



lizeth.aguilar@uabc.edu.mx



Chan-Qun D., Xue-Chun G., Wang J. y Chien P.K. (1998). Relocation of Civilization Centers in Ancient China: Environmental Factors, *Ambio*, 27(7):572-575 <https://www.jstor.org/stable/4314793>

Johnston K. (1997). Ecología agrícola tropical y el colapso Maya. En: J.P. Laporte y H. Escobedo (Eds). *X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, 1996

(pp.512-523). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital). https://uom.uib.cat/digitalAssets/224/224627_05.pdf

Peiser B. (2005). Historia de Rapa Nui. *Guía de la peregrinación mundial*. https://es.sacredsites.com/am%C3%A9ricas/Chile/history_of_rapa_nui.html

ARTÍCULO

Mitos y realidades sobre el pez león: Invasor del Océano Atlántico

Alfonso Aguilar-Perera



Imagen de Givemewingstofly en Pixabay

Alfonso Aguilar-Perera. Profesor-Investigador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

alfonso.aguilar@correo.uady.mx

El pez león (*Pterois volitans*) es un **pez marino tropical** de aspecto llamativo que es cotizado en la industria del acuario a nivel internacional. Su población se convirtió en una **invasión y amenaza para la estabilidad ecológica de los arrecifes coralinos**. La hipótesis más viable es que el pez fue introducido por acuaristas descuidados en arrecifes de Florida, Estados Unidos y, eventualmente, se ha diseminado en el Océano Atlántico. Su amenaza reside en que es **un pez carnívoro**, originario de los arrecifes coralinos de la región del Indo-Pacífico, y puede competir por alimento con la fauna nativa.

Desde hace un tiempo, en los medios noticiosos y entre el público en general, ha existido gran controversia y mucha desinformación sobre este pez y su invasión, su origen, biología, amenazas y consumo. Por tanto, en este artículo, te revelamos los mitos y realidades sobre este pez en el Océano Atlántico.

¿Por qué se llama pez león?

Este pez **debe su nombre a que sus aletas pectorales son amplias** y le dan un aspecto de «melena»; sin embargo, **su nombre científico es *Pterois volitans***, donde *Pterois* quiere decir 'alas' y *volitans* 'volador'. El nombre científico **fue establecido en 1758 por Carlos Linneo**, naturalista sueco, debido al aspecto de las aletas pectorales que parecen «alas». Pero este calificativo no tiene nada que ver con los leones ni tampoco «vuela». Su población es **nativa u originaria del arrecife coralino de la región del Indo-Pacífico**, entre el Océano Pacífico y el Océano Índico.

Prácticamente, **es imposible que el pez haya migrado**, o se haya desplazado de manera natural

nadando hacia el Océano Atlántico, ya que no tiene la capacidad biológica para un desplazamiento a gran distancia, como sí la tienen grandes peces, como atunes y tiburones. En su lugar de origen, el pez comparte el arrecife coralino con seis especies del mismo género (*Pterois*) y ninguna de sus poblaciones ha aumentado en número como para considerarlas sobrepoblación o dispersión en otros hábitats como un posible problema para la naturaleza.

¿Es un peligro para los buzos y bañistas por su agresividad?

El pez león es tranquilo. **Vive cerca de rocas y corales o dentro de cuevas**, su único mecanismo de defensa contra los depredadores (peces más grandes) son **sus espinas de la aleta dorsal que portan un veneno neurotóxico**, por lo tanto, no representa problema alguno para bañistas y buzos. Cuando el pez se siente atacado, se encorva dorsalmente mostrando las largas espinas de su aleta dorsal para defenderse. Su comportamiento es pacífico por lo que **no es agresivo y no ataca a seres humanos**. No se han registrado accidentes por pin-





Imagen de Christine Sponchia en Pixabay

chadura de espina en bañistas y buzos, como es el caso de los peces piedra, que son parientes del pez león, pero nativos del Océano Atlántico y pasan la mayor parte del tiempo asentados en el fondo del mar y pueden ser «pisados» accidentalmente por bañistas.

¿Devora de todo en el arrecife coralino?

En sí, el pez no se alimenta de todo lo que hay en el arrecife coralino. Es un pez carnívoro, por lo que **se alimenta principalmente de crustáceos (camarones, cangrejos) y otros peces**. De hecho, el problema principal de su invasión es que puede consumir, en grandes cantidades, el alimento de peces nativos y también puede consumir peces alevines (juveniles) de organismos nativos, como langostas y otros peces de importancia comercial. Los científicos han encontrado que **el pez tiene una dieta generalista que implica que come de todo**, y no tiene preferencia por alguna especie en particular. A pesar de su amenaza, en estudios de contenido estomacal aún no se han encontrado que consuma langostas y peces comerciales en grandes cantidades.

¿Alcanza un tamaño corporal muy grande?

En su lugar de origen, los científicos han reportado una talla corporal máxima de 39 cm de largo total, del hocico al borde de la cola. Sin embargo, en el Océano Atlántico, donde representa una invasión biológica, los científicos han registrado una talla máxima, ya que alcanza los 50 cm de largo total. La madurez sexual tiene lugar cuando el pez alcanza los 18 cm.

¿Vive a más de 200 m de profundidad?

El pez puede vivir en arrecifes mesofóticos, más allá de 100 m, e incluso **hasta 300 m de profundidad**, sin problema alguno. Científicos han encontrado que los peces de mayor talla corporal suelen hallarse a mayor profundidad. Esta situación puede ser una amenaza para la vida marina a grandes profundidades porque el pez puede alimentarse de poblaciones importantes de fauna marina a esas profundidades.

¿Se reproduce todo el año?

Sí se reproduce todo el año. Como la gran mayoría de los peces en el mar, **se reproducen por**

fertilización externa. Esto quiere decir que tanto macho como hembra liberan sus gametos al mar y los óvulos son fertilizados en el agua y flotan dentro de una masa gelatinosa, la cual es transportada por las corrientes marinas por más de 30 días. De hecho, el mecanismo para su desplazamiento a grandes distancias en el mar ha sido en fase de huevo flotante como parte del plancton. Al convertirse en larva, el pez busca fondo donde se establecerá y crecerá hasta adulto. Entonces, su desplazamiento como adulto queda restringido a un par de kilómetros, ya que **el pez es territorial y escoge lugares en el arrecife para vivir y reproducirse.**

¡Es una especie exótica invasora!

Fue introducido al Océano Atlántico donde su población ha crecido a tal grado que **se ha diseminado ampliamente.** Desde hace más de 30 años, acuaristas aficionados introdujeron al pez en arrecifes de coral del Océano Atlántico por desconocimiento. **Esto pudo haber ocurrido en Florida, Estados Unidos,** ya que este país tiene uno de los mayores índices de importación de peces marinos del Océano Pacífico y existe una mayor cantidad

de acuaristas de peces de agua marina. El pez león **logró adaptarse a su nuevo hábitat,** donde ahora se ha transformado en una invasión biológica que **amenaza la estabilidad de los arrecifes de coral.** Esta amenaza reside en que puede consumir el alimento de otros peces, competir y también alimentarse de los alevines de muchos organismos marinos. Entonces, el pez llegó por el comercio de acuario. En México, fue avistado en 2009 en Cozumel y frente a la costa de Yucatán en 2010.

¿Se puede erradicar del Océano Atlántico?

En vista del rango de profundidad que alcanza y los hábitats variados donde puede vivir en el mar, **no es posible erradicarlo.** Los gobiernos de los países donde se ha reportado su presencia, como Estados Unidos, México, Belice, entre otros, han establecido campañas para remover el pez del arrecife coralino. Se ha incentivado que tanto buzos recreativos como pescadores, remuevan tanto pez como sea posible con arpón tradicional o con arpón hawaiano, incluso los gobiernos, así como la iniciativa privada, han organizado torneos de pesca. En varios países se han tenido resultados posi-



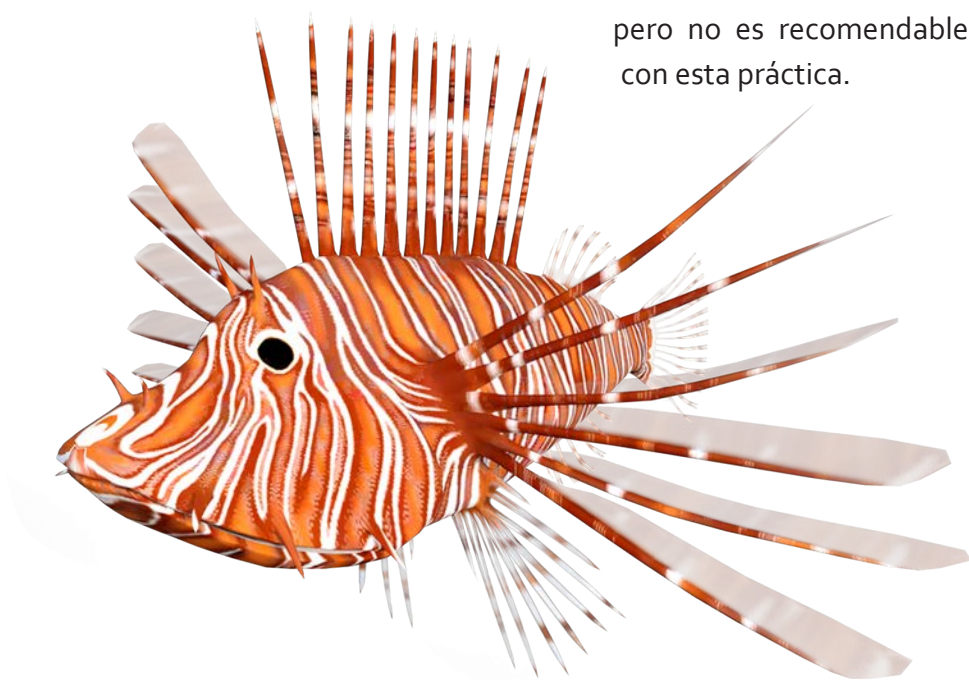
tivos en cuanto a la respuesta del público, pero en términos generales, la erradicación del pez es prácticamente imposible **porque vive en un rango de profundidad que no puede alcanzarse fácilmente el ser humano.**

¿No se puede comer su carne porque es un pez venenoso?

La carne **es completamente comestible y segura para el consumo humano.** Los gobiernos lo han promovido como una alternativa para fomentar su captura y remoción del arrecife coralino, y así combatir la invasión. El consumo es confiable debido a que el veneno del pez está concentrado en las espinas de las aletas dorsales y, ha sido tal el auge, que chefs en distintos lugares han promovido usar su carne para platillos gastronómicos de alto nivel.

¿El público no está ayudando a combatir su invasión?

Desde hace 10 años, gobiernos y asociaciones civiles han logrado una promoción creciente para que buzos recreativos y pescadores comerciales participen en **campañas de difusión y de extracción del pez del arrecife, e incluso para incentivar su consumo.** En varios lugares invadidos, los buzos deportivos han ayudado con fotos sobre el pez y han colaborado capturándolo con arpones tipo hawaiano. Varias asociaciones civiles han impartido **charlas al público y a pescadores para involucrarlos en el combate de la invasión,** a la vez que se han promovido alternativas para consumir la carne del pez y hacer joyería con las espinas y aletas disecadas. El público puede involucrarse al conocer más sobre este pez y evitar comprarlo para acuario, porque aún se sigue vendiendo como mascota en el mercado internacional, pero no es recomendable seguir con esta práctica.



Aguilar-Perera A. (2012). El pez león en la costa de Yucatán. *Revista de Ciencia y Desarrollo -CONACYT*. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/259/articulos/exploraciones.html>

Aguilar-Perera A. y Carrillo E. (2014). Revisión sobre la invasión del pez león en el Sureste del Golfo de México. *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosiste-*

mas de México, 253-270. https://www.researchgate.net/publication/268216977_Revision_sobre_la_invasion_del_pez_leon_en_el_Sureste_del_Golfo_de_Mexico

Morris J., Akins L., Buddo. D., Green S. y Lozano R. (2012). Invasive lionfish: a guide to control and management. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute Publication*. http://www.car-spaw-rac.org/IMG/pdf/The_invasive_lionfish_manual_english.pdf

ARTÍCULO

El pacífico mexicano y sus ballenas jorobadas

Adriana Lechuga-Granados



Imagen de Brigitte Werner en Pixabay

Adriana Lechuga-Granados. Profesora-Investigadora, Laboratorio de Socioecología y Conservación de la Biodiversidad, Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
adriana.lechuga@umich.mx

¿Qué son las ballenas jorobadas?

Son mamíferos marinos, cetáceos misticetos —grandes animales barbados— que pertenecen a la familia Balaenopteridae y son conocidos como rorcuales. El **nombre científico** de la ballena jorobada que llega a México es ***Megaptera novaeangliae***, un género que hace referencia a las grandes aletas pectorales que presenta (*Megaptera*), mientras que el nombre de la especie indica el lugar donde se dieron los primeros avistamientos, en Nueva Inglaterra, en las costas del Atlántico de Estados Unidos de Norteamérica (*M. novaeangliae*).

Se le llama ballena jorobada o yubarta porque presentan una **pequeña aleta dorsal** desplazada hacia la parte caudal —parte posterior de su cuerpo—, dando al cuerpo un **aspecto de joroba**; el **término yubarta hace referencia a la forma de la joroba**.

¿Por qué es importante estudiar a las ballenas?

Durante doscientos años, las ballenas sufrieron por la cacería con fines para obtener su carne, su grasa y sus huesos, disminuyendo drásticamente sus poblaciones. Afortunadamente, durante los años **70 y 80 se realizaron movimientos sociales para salvar a las ballenas y detener la cacería con fines comerciales**, con el objetivo de detener la destrucción y deterioro de nuestro ambiente. Las manifestaciones sociales de esos años detuvieron un poco la cacería de ballenas, sin embargo, el número de individuos y de sus poblaciones enfrentan hoy graves amenazas.

A los conservacionistas y protectores de la fauna marina se les ha atribuido que la conservación y protección de las ballenas se realiza por ser bonitas y carismáticas. Y eso es muy cierto, debemos reconocer que las **ballenas son ingenieras del medio ambiente, ayudan a mantener la estabilidad y la salud en los océanos**, es por ello, que salvar a las

ballenas es esencial para promover los procesos de regeneración en los océanos.

Hay diversos beneficios que las ballenas jorobadas hacen por el ambiente. Por ejemplo, sus excrementos llamados «**penachos fecales**», que son abundantes y grandes, quedan expuestos por las ballenas cuando se sumergen y salen de las profundidades a la superficie, lo que favorece el movimiento de una cantidad impresionante de nutrientes. Estos «penachos fecales» **estimulan el crecimiento del fitoplancton**, la base de la cadena alimenticia, **beneficiando a todo el ecosistema marino**. Además, durante las migraciones de las ballenas jorobadas, se transportan nutrientes en sus heces, lo que favorece al ciclo de los nutrientes a todos los lugares que viajan las ballenas, a lo largo y ancho de los océanos; **los cadáveres** de las ballenas **por muerte natural forman la «caída de ballenas»**, una gran fuente de detritos —residuos sólidos provenientes de la descomposición de fuentes orgánicas— que resulta ser un banquete para muchas especies marinas.

Los cadáveres de las ballenas **en las playas** resultan ser también **un banquete para especies terrestres depredadoras**. Por la intensa cacería que se realizó por más doscientos años, matando y retirando los cuerpos de las ballenas de los océa-





nos, se alteró la tasa de distribución geográfica de esta «caída de ballenas». Los científicos piensan que la dependencia que había de esta fuente de nutrientes, seguramente llevó a la extinción a muchas especies marinas.

Las ballenas jorobadas son **sumideros de carbono**, ya que sus cuerpos transportan toneladas de carbono que atrapan y retienen de la atmósfera y que es llevado hasta las profundidades del océano, **ayudando a ralentizar —hacer más lento— el calentamiento global**; se compara con la cantidad de CO₂ de 80 000 automóviles al año.

Conoce la importancia de estas ballenas, no solo por bonitas y carismáticas

Hay información en las redes sociales que ilustran de manera sencilla la importancia que tienen las ballenas en los ambientes marinos, **infografías promovidas por diferentes organizaciones internacionales**; invitamos a los lectores a conocerlas y a divulgarlas para que más gente reconozca la importancia de las ballenas en los océanos, y no tan solo por ser bonitas y carismáticas. A continuación, te muestro más información de este importante mamífero marino.

La ballena jorobada es una **especie robusta, con grandes aletas pectorales**; las hembras adultas llegan a medir de 15 a 19 metros, mientras que los machos adultos entre 14 y 17 metros, con un peso de 30-40 o hasta 50 toneladas. La coloración

en las ballenas es totalmente negra en la parte superior y puede ser gris claro o blanco en la parte inferior. Se distinguen sus pliegues gulares —serie de dobleces en la piel— que son paralelos desde la punta de las mandíbulas hasta el ombligo, las cuales se expanden mientras se alimenta.

Se reconocen las ballenas como **cetáceos de gran tamaño con barbas o ballenas**, que son láminas córneas duras y flexibles que cuelgan de la mandíbula superior y **que filtran el agua reteniendo el alimento**. Destacan protuberancias en su cabeza y mandíbulas, llamados tubérculos cefálicos o tubérculos dérmicos, que son folículos pilosos —hueco en la superficie de la piel en la que crece el pelo— que se les atribuye cierta sensibilidad, alertándolos a ciertos estímulos. Cuentan con un par de **espiráculos**, que son dos orificios en la parte superior de su cabeza, **por los que respiran oxígeno del aire** cuando se acercan a la superficie para respirar, expulsan ese aire con fuerza a través de los espiráculos formando el famoso «soplo», visible a distancia, y que denotan su presencia en los mares.

¿Qué comen las ballenas jorobadas?

Estas ballenas **se alimentan solo seis meses por año**, generalmente durante su estancia en las regiones polares, después **migran a zonas tropicales y subtropicales para reproducirse y tener a sus crías**. Durante el invierno, viven seis meses gracias a la reserva de grasa que ganaron en las zonas más

frías; es el combustible para los seis meses sin alimento. Es de imaginarse la cantidad de energía que ocupan para migrar desde una zona a otra, la energía que gastan en viajar y en otras actividades más que ellas hacen.

Las ballenas jorobadas tienen una técnica especial de alimentación. En el fondo se integran en grupos nadando en círculos llamado «**red de burbujas**», lo que **altera a los peces que quedan atrapados**; la «red de burbujas» se va cerrando poco a poco a cierta distancia de la superficie, las ballenas los atrapan con su mandíbula y pliegues gulares extendidos, creando una gran bolsa de la que **obtienen su alimento como kril, plancton y peces pequeños**.

Durante su estancia invernal, **los machos cortejan a las hembras sacando sus aletas a la superficie**, dan vueltas, saltan, cantan, etc., exhibiciones que realizan para llamar la atención de las hembras. Con estos movimientos y cantos, los machos **marcan territorio**, es una forma de selección sexual y llaman a las hembras. **El canto de las ballenas lo podemos escuchar a distancia** y es extraordinariamente sublime. El comportamiento de los machos hacia las hembras en los mares tropicales y subtropicales, **son eventos importantes de cortejo y apareamiento**, hay mucho amor en el mar.

Después del invierno, las hembras regresan a sus lugares de alimentación, migran preñadas y,

al siguiente año, regresan y las crías nacen en las zonas tropicales y subtropicales. **Cada dos o tres años, una hembra adulta tiene una cría que se le conoce como ballenato; la gestación puede durar de 11 a 12 meses**. Las crías son amamantadas durante un año, al nacer tienen un tamaño de cuatro a cinco metros y un peso de 700 kg, durante los primeros seis meses se alimentan de leche materna, después la combinan con alimento que ellos mismos capturan. **Los ballenatos son independientes al segundo año de vida** con nueve metros de largo y son sexualmente maduros entre los seis y diez años de edad. Las ballenas jorobadas **pueden llegar a vivir hasta 40 o 50 años**. La relación de las hembras con sus crías es muy relevante para la especie.

¿Dónde viven las ballenas jorobadas?

Viven en todo el mundo, desde los trópicos hasta el margen de los hielos subpolares, tienen un ciclo migratorio anual, alimentándose en zonas de productividad durante el verano y en el invierno migran a lugares tropicales y subtropicales donde se aparean, paren y cuidan a sus crías durante los primeros meses de vida. **En México, se encuentran en el pacífico entre los meses de noviembre a mayo**, en su estancia invernal en aguas no tan profundas, cercanas a las costas continentales, en aguas cálidas de entre 22-25 °C y se alimentan en



zonas de alta productividad durante el verano, regresando en invierno al Pacífico mexicano.

¿Cómo estudiar a las ballenas y qué hacer por ellas?

Los biólogos utilizan imágenes de fotografías, video, cámaras, drones y dispositivos que permite la fotoidentificación que se comparte en catálogos nacionales e internacionales para conocer las rutas que siguen las ballenas, la población, su movimiento, la etología o sus agrupaciones. Una imagen de la **aleta caudal** es única —es como la **huella dactilar humana** y con patrón de coloración que va de completamente blanco a negro—, ya que permite distinguir a ballenas individuales. **La fotoidentificación es una técnica menos invasiva y fundamental en la investigación en todo el mundo.**

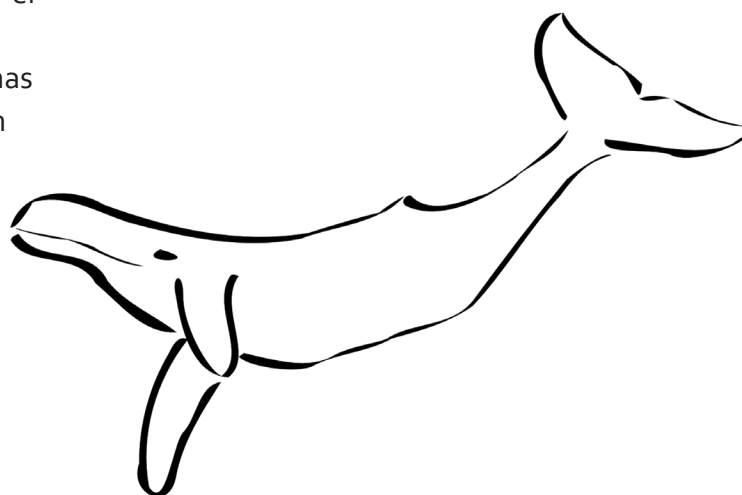
Los **sonidos y cantos son escuchados y grabados por hidrófonos**, que son micrófonos sumergibles que registran los cantos de machos que son únicos en cada temporada. El canto ayuda a **reconocer su presencia y distancia en el área de estudio**. El canto es un conjunto de sonidos que utilizan para comunicarse, cortejar, selección sexual, marcar territorio, etc. En 1996, Philip Clapham comentó: «el canto de las ballenas es probablemente el canto más complejo del reino animal».

El **uso de muestras** tomadas de las ballenas es otra forma de estudiarlas, las cuales pueden

tomarse de diferentes partes del cuerpo, lo que permite conocer el estado de salud, dieta, aspectos genéticos, exposición a contaminantes como especies bioacumuladoras. Estas muestras pueden ser **una biopsia de piel** —células o tejidos— obtenida con ayuda de una ballesta o rifle neumático, muestras de **piel desprendida**, muestras **respiratorias** como bioindicadores y **muestras fecales**.

Las ballenas han sufrido 200 años de cacería; debemos evitar la caza comercial, pero hay países que no han querido «soltar el arpón», evitemos grandes embarcaciones en zonas de crianza y alimentación, alejémoslas de las redes de pesca para evitar que queden atrapadas, contextualicemos mensajes conservacionistas y seamos conscientes que el aire que respiramos es quizás producto de la actividad del fitoplancton alimentado por el desecho de las ballenas. También evitemos que las ballenas sufran ya que son sensibles a la contaminación química, al tráfico de las embarcaciones, al turismo, a desarrollos urbanos, a las pesquerías, al cambio climático.

«**Conservemos y protejamos a las Ballenas Jorobadas en México y el mundo**»



Chami R., Cosimano T.F., Fullenkamp C. y Oztosun S. (2019). Nature's Solution to Climate Change: A strategy to protect whales can limit greenhouse gases and global warming. *Finance & Development*, 56(004), 34-38. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2019/12/natures-solution-to-climate-change-chami>

Johnson C., Reisinger R., Palacios D., et al. (2022). *Protecting Blue Corridors, Challenges and Solutions for Migratory Whales Navigating International and National Seas*. WWF, Oregon State University, University of California, Santa Cruz, Publisher: WWF International, Swit-

zerland. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/wwf_blue_corridors_report_feb2022.pdf
Oceana. (2022). *Áreas Naturales Protegidas ¿Al rescate de tortugas y ballenas?* 71 pp. https://mx.oceana.org/wp-content/uploads/sites/17/OCEANA-INFORME-BALLENAS-Y-TORTUGAS_DOI.pdf

SEMARNAT. (2018). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*), SEMARNAT/CONANP, México. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-la-especie-paca-ballena-jorobada-megaptera-novaeangliae>

ARTÍCULO

El mero rojo en Yucatán: En peligro de extinción

Alfonso Aguilar Perera



Alfonso Aguilar-Perera, Profesor-Investigador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán
Km. 15.5, carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.
alfonso.aguilar@correo.uady.mx

Es tradición popular ir a la playa y comer pescado frito, la mayoría lo consume en restaurantes sin conocer el origen y abasto del pescado. Una minoría de los consumidores conoce qué tipo de pescado comer, durante qué época y sabe cómo fue capturado por los pescadores. Entre la gama de opciones para consumo de pescado, el público en el sureste de México prefiere al mero rojo (*Epinephelus morio*), un mero que no solamente es consumido en México sino también importado hacia Estados Unidos y China. Durante décadas este pescado ha sido el preferido, principalmente en Yucatán y Campeche, donde se consume frito con

guarnición, cebolla roja y chile jalapeño. Sin embargo, los consumidores desconocen que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) ha categorizado al **mero rojo**, desde hace varios años, como una **especie en peligro de extinción**.

Pero ¿Qué ha ocurrido para que la población de mero rojo sea considerada en peligro de extinción? ¿Cuál es la opinión de pescadores y de la autoridad pesquera? ¿Qué herramientas ha creado el gobierno federal en México para evitar el colapso de su pesquería? ¿Cuánto tiempo queda para que esta pesquería ya no sea redituable?

Históricamente, el mero rojo en Yucatán ha sido pescado desde la década de los 1950s cuando los pescadores obtenían hasta 20 mil toneladas de este pescado por año. Sin embargo, la cantidad de pescadores no había incrementado tanto como lo ha hecho en años recientes. Hoy en día, la captura comercial del mero rojo rinde menos de 5 mil toneladas por año, pero la población de pescadores ha aumentado en más de 15 mil personas. No obstante, continua la captura y exportación hacia Estados Unidos y China, pero ¿Qué ha fallado? ¿Por qué está disminuyendo la población pesquera de mero?

La veda del mero rojo en la península de Yucatán

La única opción de manejo pesquero que el gobierno federal ha aplicado para evitar un colapso de la población de este pescado es una veda por dos meses (febrero y marzo de cada año). **La veda es una prohibición de su pesca durante la época de reproducción** para permitir su recuperación. Esta medida de manejo pesquero implica que 15 mil pescadores en Yucatán, y otro tanto en Campeche y Quintana Roo, suspendan labores de pesca de mero rojo. Pero, la veda por dos meses no siempre fue así. Antes de 2005 no había veda, y los pescadores capturaban mero rojo todo el año sin restricción de volumen, anzuelos y cantidad de pescadores. **Fue en 2005 que el gobierno federal estableció la veda por un mes** (febrero de cada año), sin regular las demás actividades y **fue hasta 2017 que se estableció la veda por dos meses a la fecha**. Esta extensión de veda surgió del “plan de manejo del mero rojo y especies asociadas” autorizado en 2014. A todo esto, el gobierno estatal en Yucatán ha implementado recientemente una alternativa para apoyar económicamente al pescador durante la veda, pero este esfuerzo no ha sido suficiente para evitar que la pesquería siga en declive.





¿Ha habido alguna recuperación de la población de este pescado en Yucatán?

Es difícil responder a esta pregunta, porque, aunque parezca sorprendente, no existe información científica veraz que así lo indique. Lo que es evidente es que no es tan fácil de conseguirlo en pescaderías y mercados, y si así fuera, su precio ha incrementado. Además, **la Carta Nacional Pesquera**, que es un compendio de pesquerías oficiales en México, **establece que la pesquería de mero rojo está deteriorada y sobreexplotada**. Otros pescados están llenando el escaparate comercial a nivel local para consumo, como otro mero que se llama negrilla (*Mycteroperca bonaci*), especies de pargos (*Lutjanus spp.*) y boquinete (*Lachnolaimus maximus*), entre otros.

En Yucatán, algunos grupos de pescadores consideran que la veda por dos meses es muy restrictiva y les reduce su economía, mientras que otros grupos de pescadores ven esta medida pesquera como necesaria para que se recupere la pesquería. No obstante, la pesca de mero rojo se practica por 10 meses, y **durante los dos meses de veda hay reportes de pesca ilegal**. Lo que es un hecho, es que

durante 12 meses hay consumo de este pescado en restaurantes en toda la península de Yucatán. Varios restauranteros alegan que el mero consumido durante la veda es aquel que quedó almacenado en congeladores antes de que se aplique la veda cada año.

¿Por qué el mero rojo está en peligro de extinción?

La población del mero rojo ha disminuido drásticamente en comparación con la de décadas pasadas. Esto no solamente está pasando en la costa de Yucatán, sino a nivel de otras áreas geográficas del Golfo de México y del Océano Atlántico. Científicos asociados con la IUCN se reunieron en 2016 en Azores, Portugal, e hicieron análisis poblacionales con base en datos de capturas comerciales de varias especies de mero a nivel mundial, incluido el mero rojo ¿Cuál fue el resultado? **Se clasificaron varias de las más de 100 especies de mero a nivel mundial, y de las cuales 20 están en peligro de extinción** debido a una disminución paulatina de su población y a que su capacidad de regenerarse poblacionalmente se ha visto comprometida.

Un aspecto importante para considerar, con relación a su pesca, y este aspecto aplica a todos los animales que son extraídos del mar por la pesca, es que **sus poblaciones son silvestres** ¿Qué quiere decir esto? La población de mero rojo está a merced de las inclemencias de la naturaleza. Para entender mejor esto, se puede hacer la comparación con animales de granja, como gallinas, cerdos y vacas, que son protegidos de depredadores, enfermedades y son alimentados de manera balanceada para lograr mejores ventas. En el caso de los animales marinos silvestres, como el mero rojo, **no existe un dueño** y por tanto **no es claro quién es responsable de protegerlos de las inclemencias de la naturaleza**, y más aún de la sobreexplotación.

En Yucatán y otros lugares de la costa de la península, **otro aspecto que se suma a la problemática** de la pesquería comercial es la **pesca recreativa (deportiva) privada**. En ésta, los meros se extraen con anzuelos, o arponeados, desde sus embarcaciones privadas, muchas veces sin permiso de pesca, y la mayoría de los meros capturados no alcanzan la talla de madurez sin haberse reproducido aún. Es decir, existe una pesca de juveniles de mero que aún no aportan a su población. El mero madura cuando alcanza más de 36 cm de largo corporal, y muchos meros capturados por la pesca recreativa no alcanzan esta talla. Por tanto, la captura de este sector de la población del pescado, y el exceso de sus capturas, ha puesto en riesgo su estabilidad poblacional y su sostenibilidad.

No existe un pronóstico real que indique cuándo la pesquería de mero rojo dejará de ser re-

dituable, pero lo que es seguro es que **la veda no es suficiente para protegerlo**. Es necesario que la pesca recreativa sea regulada, y también que los consumidores conozcan las fortalezas y debilidades de la pesquería, ya en decadencia, en términos de soportar un modo económico a largo plazo que apoye al sector pesquero y consumidor. Los consumidores locales quieren seguir aprovechando al mero, pero es posible que el precio suba y por tanto sea más difícil adquirirlo.

Entonces, ¿qué depara el futuro para el mero rojo?

Se desconoce si la veda funciona y si la pesca ilegal en cantidad y en extracción de meros juveniles siga impactando a la población de este pescado. Es necesario que existan **medidas decisivas establecidas por el gobierno federal** para la recuperación de este pescado tradicional de la costa de Yucatán y **consolidar un sustento adecuado y viable para los 15 mil pescadores**.

Los subsidios, y otros apoyos gubernamentales, no son suficientes para evitar un comercio ilegal. El consumo permanente en restaurantes prosigue, y la esperanza para el mero rojo y sus pescadores disminuye. ¿Cuánto tiempo queda? Eso ni los científicos lo saben, pero **es necesario un compromiso genuino de todos los involucrados** (pescadores, consumidores, gobierno y academia) para evitar el colapso poblacional, casi inminente, de este pescado tradicional de la costa de la península de Yucatán.



Aguilar-Perera A. (2020). Situación actual de conservación y manejo pesquero de meros y pargos en el sureste del Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. En: *Gobernanza y Manejo de las Costas y Mares ante la Incertidumbre. Una Guía para Tomadores de Decisiones*. Editorial EPOMEX. https://www.researchgate.net/publication/345739681_Situacion_actual_de_conservacion_y_manejo_pesquero_de_meros_y_pargos_en_el_sureste_del_Golfo_de_Mexico_y_Mar_Caribe_Mexicano

Brule T., Bertoncini A.A., Ferreira B., Aguilar-Perera A. y Sosa-Cordero E. (2018). *Epinephelus morio*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.

T44681A46914636. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T44681A46914636>.en Acceso el 24 de febrero de 2023.

Galindo-Cortes G., Jimenez-Badillo L. y Meiners C. (2018). Moving from stock assessment to fisheries management in Mexico: the finfish fisheries form the southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea. In Salas, S., Barragán-Paladines, M., Chuenpagdee, R. (eds.) *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean*. MARE Publication Series, Vol. 19. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76078-0_11

ARTÍCULO

Los langostinos: Pequeños chacales de río

Nathali Martínez-Salazar y Rodolfo De los Santos-Romero



Imagen de Jason Goh en Pixabay

Nathali Martínez-Salazar. Estudiante de Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. IPN, CII-DIR-Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.
nmartinezs1601@alumno.ipn.mx

Rodolfo De los Santos-Romero. Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México, campus Valle de Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.
rodolfo.sr@voaxaca.tecnm.mx

¿Has visto alguna vez un langostino?

Seguramente tu respuesta es no; sin embargo, es probable que hayas tenido un encuentro gastronómico con ellos. Los langostinos —conocidos como camarones de río— son como los camarones marinos (¡mmm que rico!), pero a diferencia de ellos, estos pequeños cazadores acuáticos tienen un par de «manos» en forma de grandes pinzas (**quelas**), las cuales son un arma poderosa con

las que pueden darte ¡un buen apretón de dedos! Pero no te preocupes, las utilizan solo para alimentarse, pelear y defender su territorio.

Déjame y te cuento un poco más de ellos. Los langostinos **tienen el cuerpo dividido en tres secciones: la cabeza, el tórax y el abdomen**. La cabeza y el tórax están unidos, formando el cefalotórax que contiene el rostro, los ojos, las mandíbulas, las antenas, además de cinco pares de patas caminadoras (pereiópodos), donde el segundo par forma las quelas. ¡¡¡El abdomen tiene seis segmentos corporales y cinco pares de patas nadadoras (urópodos), esto quiere decir que tienen diez patas!!! Y por eso **se conocen como decápodos**.

Los decápodos **son animales anfídromos**, y te estarás preguntando ¿Qué es eso? **Es la capacidad que tienen de vivir en aguas saladas y dulces** ¿Puedes creerlo? Los langostinos nacen en lagunas costeras o estuarios, dos ecosistemas donde hay mezcla de agua dulce y salada. Cuando son jóvenes, migran hacia la parte alta de los ríos en busca de alimento y, ¿por qué no?, de una pareja. Durante este recorrido, tienen la capacidad de salir del agua para librar grandes obstáculos. **Habitan en el fondo de los sistemas acuáticos** y se les puede encontrar debajo de piedras, entre los campos de algas y debajo de troncos.

Los langostinos **necesitan «mudar» para poder crecer**. La muda es el proceso por el cual se des-

prenden de su caparazón (exoesqueleto) para incrementar su tamaño. Este proceso los vuelve muy vulnerables porque su cuerpo se torna blando, por lo que para evitar su depredación, buscan refugios donde esconderse mientras su nuevo caparazón se endurece. **Son omnívoros, carroñeros y llegan a ser caníbales**. Detectan el alimento por el «olfato» y, junto con el tacto, determinan su aceptación o rechazo. Con las quelas, se convierten en pequeños monstruos depredadores de insectos, moluscos y peces.

Por increíble que parezca, **las comunidades de langostinos presentan estratificación social**. En ella hay un macho dominante (alfa) y machos subordinados, al mudar los machos subordinados son devorados por el alfa. **Existen cuatro tipos de jerarquías: macho alfa, primer macho subordinado, segundo macho subordinado y el macho sumiso**. El macho alfa inhibe el crecimiento de los machos de jerarquías subordinadas mediante la secreción de una feromona, a este efecto se le conoce como «**efecto toro**», el cual permite que los machos más grandes tengan **prioridad sobre el alimento, refugio y la pareja sexual**.

Los langostinos **se reproducen durante la época de lluvias**. Las hembras pueden desovar varias veces al año, **producen miles de huevos en cada desove**. Durante la incubación portan los huevecillos bajo el abdomen. Algunas especies liberan





Códice Florentino, camarones y organismos acuáticos de formas raras. Fuente: E. Vela, 2019.

las larvas río arriba, las que son transportadas por el cauce del río en dirección al mar hasta llegar a los estuarios. En otras especies, las hembras llevan los huevos cerca de los estuarios donde eclosionan.

¡¡Los chacales del río!!

Los langostinos son conocidos también como camarones de agua dulce, chacalines o chacales. En el lenguaje coloquial hispano, se llama chacal a la persona que es agresiva, sanguinaria y sin escrúpulos. En este sentido, podemos interpretar que los langostinos denominados regionalmente como chacales, tienen las mismas características. Y lo cierto es que sí, **son organismos agresivos, territoriales y de hábitos caníbales**. Pero el término chacal con el cual se les denomina es debido al **vocablo náhuatl «Chakali» que significa 'camarón' grande**. Durante el dominio y distribución del imperio mexica en la región mesoamericana, donde en muchos lugares abundaban estos grandes camarones, se les denominó «Chakaliapa»: *Chakali*= camarón grande + *Apa*= río de. En la actualidad, aún tenemos evidencia de estos lugares, aunque los nombres de estas comunidades han cambiado: San José Chacalapa, Oaxaca; Chacalapa Chinameca, Veracruz; Chacalapa Igualapa, Guerrero; Chacalapa Ahuazotepic, Puebla; El Llano de Chacalapa, Michoacán; entre otros lugares.

Lo anterior evidencia que **el aprovechamiento de los camarones de agua dulce no es una acti-**

vidad nueva. Desde hace más de 500 años, durante la etapa precolonial, la pesca y el cultivo de estos crustáceos se llevaban a cabo en diferentes zonas del país. Con diferentes etimologías aplicadas, como la de chapos (purépecha: *chapos*= que corta, quizás debido a la forma de sus pereiópodos en forma de tijera) y acociles (del náhuatl: *atl*=agua y *cuitzilli*=que gira o se retuerce). En el **Códice Florentino**, «Sobre los renacuajos», se hace mención a los camarones de agua dulce como «acocili, pequeños organismos de agua dulce, parecidos al camarón, pero con cabeza de langosta, los cuales pueden ser comidos, cocidos o tostados».

En la época de la Colonia, se practicaba la pesca en los ríos y en las costas, aunque la cría de camarones que se realizaba en la época prehispánica, desapareció por completo. Hoy en día, se le da importancia a la pesca de las especies de escama, pero **la captura de los chacales y acociles es conocida como pesca de subsistencia**. En México, este tipo de pesca permitió que las especies de camarones de agua dulce se mantuvieran a lo largo de los años. En la actualidad, **las causas que generan la disminución en sus poblaciones son la contaminación, la desaparición de ríos y lagos, así como la llegada de especies invasoras**.

Amenazas y retos para los langostinos

La contaminación ambiental afecta a los langostinos como a todos los animales. **Los desechos**

urbanos e industriales arrojados a los ríos generan alteraciones en la calidad del agua, provocan envenenamiento o modifican la actividad fisiológica de estos crustáceos. La **fragmentación del hábitat** por la pérdida de la vegetación y la construcción de diques o presas, limita la migración de juveniles y adultos río arriba y de larvas río abajo, lo que impide que completen su ciclo biológico, disminuyendo las poblaciones.

Debido a que los langostinos son una de las fuentes primarias de alimento en las comunidades de México donde se distribuye, se explotan cuatro especies del género más representativo (*Macrobrachium*): dos de ríos y lagunas costeras del Golfo de México (*M. carcinus* y *M. acanthurus*) y dos en los ríos y lagunas costeras del Pacífico (*M. americanum* y *M. tenellum*).

Y, ¿cómo son aprovechados estos animalitos por nosotros?

Los langostinos representan una alternativa económica al **generar empleos temporales por su**

captura. Son ofertados en mercados locales, regionales y centros turísticos, donde se consumen frescos o cocidos. Las comunidades que viven cerca de los ríos, lagunas y estuarios, **los utilizan como alimento y como carnada para la pesca de animales más grandes.** Cuando son juveniles y adultos, son atrapados con redes de mano (semejantes a grandes cucharas) y chacalmacas (coladores rústicos elaborados por los pescadores).

Las **larvas**, sin embargo, **sufren una gran depredación** al ser colectados como «tismiche», una mezcla de crustáceos y peces en etapas muy pequeñas que se considera un alimento prehispánico tradicional en muchos estados de la República mexicana. Por esta razón, su captura **ha pasado de ser de autoconsumo a una extracción masiva con fines comerciales.** Cada pescador puede extraer al día 19 litros de tismiche (cada litro tiene miles de pequeños langostinos y peces), la captura se realiza durante todo el año, especialmente en la temporada de lluvias. Se ha demostrado que más de la mitad del tismiche está conformado por crustáceos



Langostino macho y subordinados.

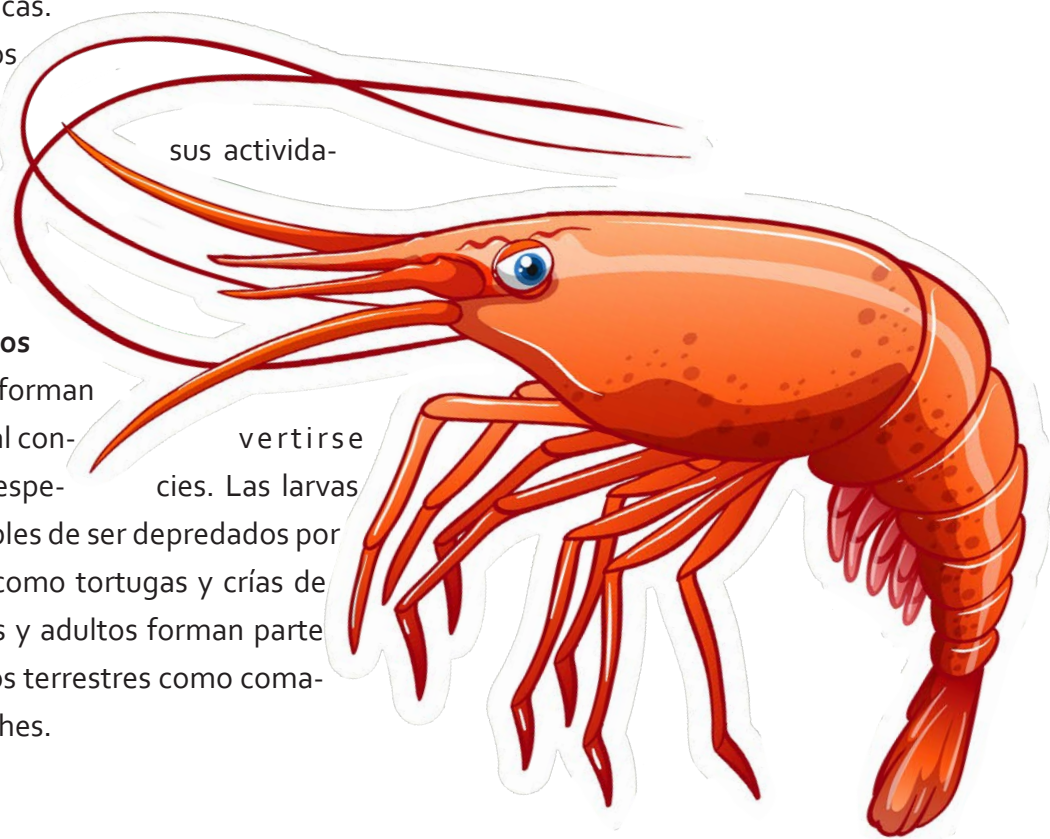
del género *Macrobrachium*. Esta extracción ha generado grandes impactos en las diferentes especies de langostinos y *pone en riesgo a las poblaciones*.

Pero, ¿por qué es importante proteger a los langostinos?

Los langostinos benefician a otras especies al remover el fondo acuático en busca de alimento. Esta actividad es importante porque evitan la acumulación de materia orgánica, disminuyendo la acumulación de amonio, un compuesto inorgánico de nitrógeno que en grandes cantidades es tóxico para las especies acuáticas.

Los langostinos **controlan las poblaciones algales**. Con sus actividades de forrajeo, **regulan las interacciones con otros herbívoros como moluscos y otros crustáceos**. También forman parte de la red trófica, al convertirse en alimento de otras especies. Las larvas y juveniles son vulnerables de ser depredados por peces, aves y reptiles como tortugas y crías de cocodrilo. Los juveniles y adultos forman parte de la dieta de carnívoros terrestres como comadrejas, nutrias y mapaches.

Estas pequeñas bestias **forman parte del equilibrio de los ecosistemas acuáticos**. A nivel ecológico, representan un componente importante en los procesos de recirculación de energía y de nutrientes del sistema, a la vez que **juegan un papel importante en la dinámica ambiental**. La disminución de los langostinos pone en riesgo a los ecosistemas y a las especies que se alimentan de ellos. Para mantener el equilibrio es necesario preservar a las especies, y los langostinos no son la excepción.



Espinosa-Chaurand L.D., Vargas-Ceballos M.A., Guzmán-Arroyo M., Nolasco-Soria H., Carrillo-Farnés O., Chong-Carrillo O. y Vega-Villasante F. (2011). Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte. *Hidrobiológica*, 21(2), 98-117. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-88972011000200001&script=sci_abstract&tlng=pt

García-Guerrero M.U., Becerril-Morales F., Vega-Villasante F. y Espinosa-Chaurand L.D. (2013). Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: Conocimiento actual, rol

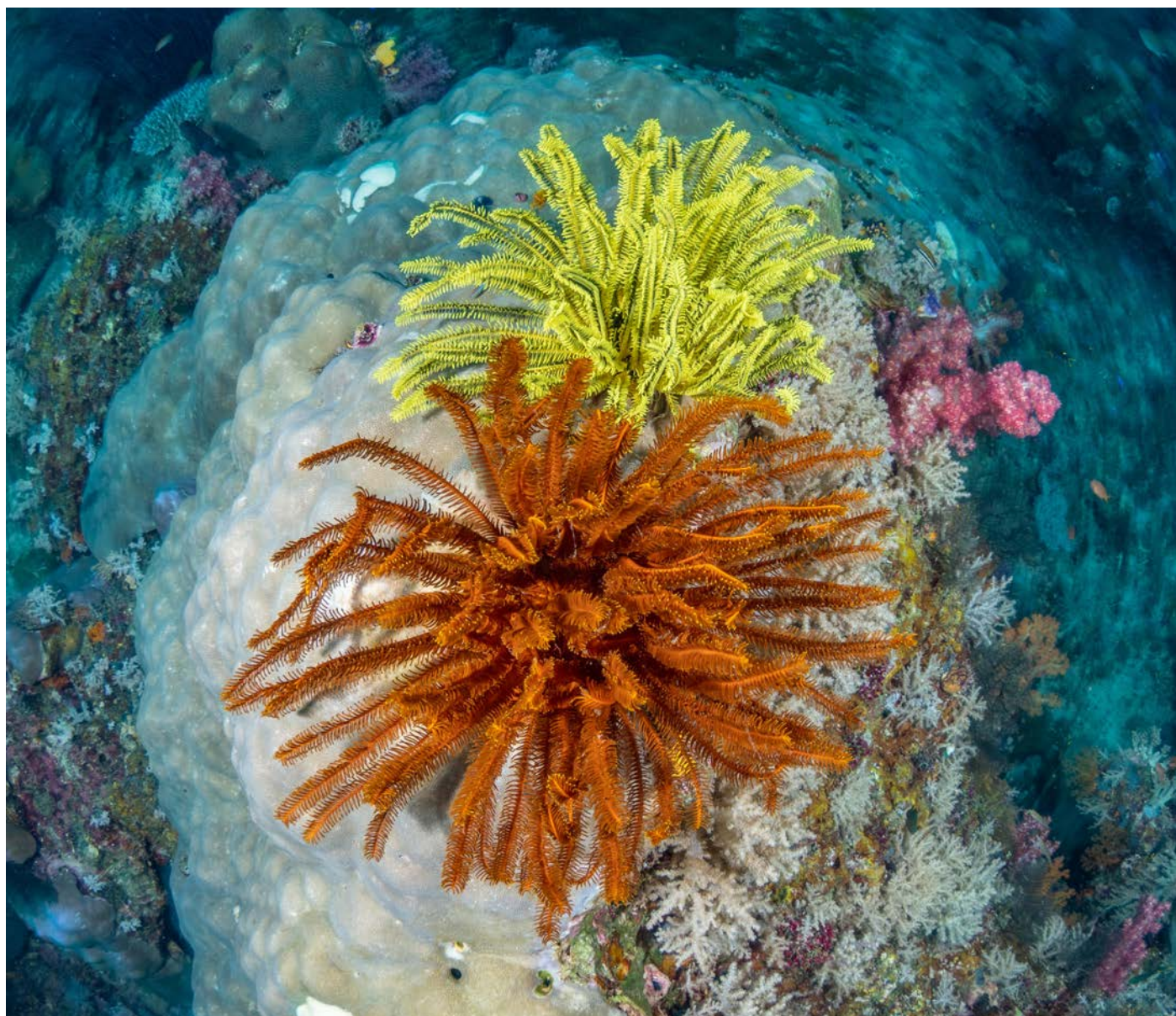
ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Eeearch*, 41(4), 651-675. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-560X2013000400003&script=sci_arttext

Vega-Villasante F., Martínez-López E.A., Espinosa-Chaurand L.D., Cortés-Lara M.C. y Nolasco-Soria H. (2011). Crecimiento y supervivencia del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico mexicano. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 581-588. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-04622011000200017&script=sci_arttext

ARTÍCULO

Crinoideos: Jardines marinos del Paleozoico

Rafael Villanueva Olea



Rafael Villanueva Olea, Técnico Académico en el área de Paleobiología y Ciencias de la Tierra, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

rafael.villa@ciencias.unam.mx

Si hay un grupo de seres vivos que han estado en la Tierra por un largo periodo de tiempo, esos son los crinoideos. Los crinoideos son conocidos coloquialmente como lirios de mar o estrellas plumosas. Los **lirios de mar** son aquellos crinoideos que **presentan un tallo o pedúnculo que les permiten anclarse al fondo del mar**, mientras que las **estrellas plumosas** son aquellos crinoideos que **no tienen pedúnculo y su cuerpo pareciera estar formado de finas y delicadas plumas**, que variarán en coloración de acuerdo con la especie.

Aunque el nombre pueda parecer extraño, se trata de una clase de equinodermos, agrupación que también reúne a las estrellas de mar (asteroideos), a las estrellas serpiente (ofiuroideos), a los pepinos de mar (holoturoideos) y a los erizos de mar (equinoideos). **Los crinoideos son los representantes vivos más antiguos de equinodermos**, encontrándose fósiles en rocas que datan de hace 485 millones de años, en el Ordovícico Temprano.

Los crinoideos son organismos que existen en la actualidad, pero con una diversidad muy reducida, por lo que aparecen con poca frecuencia en los documentales de vida marina; no obstante, durante el Paleozoico (hace más de 300 millones de años), fueron organismos muy abundantes en los fondos de las aguas marinas poco profundas, junto con otros organismos (también poco conocidos) como los braquiópodos, briozoarios, moluscos, trilobites y otras formas de equinodermos que ya no existen en la actualidad. **Se tiene el registro de 625 especies vivas**, y se han reportado más de 1 000 géneros y 6 500 especies fósiles en rocas de diversas partes del mundo.

¿Cuál era su forma?

Para conocer cómo era la forma de los crinoideos, primero tenemos que definir la anatomía de

los equinodermos en general. Lo que caracteriza a todos los equinodermos es su **piel espinosa** (de ahí el nombre *equino* que significa 'espina' y *dermo* 'piel'). Además, los equinodermos se definen por poseer un esqueleto interno compuesto de numerosas placas de carbonato de calcio (calcita), unidas mediante suturas rígidas o flexibles. También, poseen un sistema vascular acuífero que le permite realizar funciones tan importantes como la alimentación y la locomoción, y una simetría pentarradial, es decir, que presentan cinco ejes de simetría. **Todos los equinodermos actuales están restringidos al ambiente marino.**

Aunque son animales, **los crinoideos recuerdan mucho en apariencia a una flor**, más porque muchas especies presentan un hábito de vida bentónico y viven fijas al sustrato (son sésiles), con muy poco movimiento. Por lo tanto, cuando se encuentran grandes agrupaciones de crinoideos en el registro fósil (lo que se conoce como hábito gregario), estas parecen formar un jardín muy exuberante de formas semejantes a las plantas.

En los crinoideos conocidos como lirios de mar, el cuerpo puede dividirse en dos partes: la **pelma** y la **corona**. La pelma es la parte del cuerpo del crinoideo por debajo de la corona (parte inferior), siendo su **principal componente el tallo**, mismo





https://pixabay.com/es/photos/search/crinoideo/?manual_search=1

que en uno de sus extremos tiene ubicado un órgano de fijación **que permite al crinoideo fijarse al sustrato**. Por su parte, la corona se encuentra en la parte superior y **engloba una estructura conocida como copa o cáliz y los brazos**. El cáliz es el cuerpo central donde se encuentran las vísceras, mientras que los brazos salen del cáliz y se extienden hacia arriba, como si se tratara de una palmera.

¿Cómo se alimentan los crinoideos?

Al ver los brazos de los crinoideos, se puede apreciar que tiene unos surcos que recorren la parte oral de esos brazos, conocidos como **surcos ambulacrales**, un rasgo que distingue a todos los equinodermos. Estos surcos **convergen en el centro del organismo donde se ubica la boca**, y se ha observado que, en estos surcos, existen unos apéndices muy pequeños llamados pies ambulacrales que atrapan la materia orgánica que se encuentra flotando en el agua. Los mismos pies van llevando la comida desde los brazos hasta el centro del organismo donde está la boca.

Los crinoideos, ¿se mueven?

Como decíamos, los crinoideos son animales que la mayor parte de su vida están fijos al sustrato, como lo está una planta en el suelo, por lo que **presentan muy poco movimiento**; no obstante, en los siguientes enlaces a videos, podemos ver el descubrimiento de crinoideos que presentan movimiento. En este primer video (<https://palaeo-elec->

[tronica.org/2007_1/crinoid/fig3.htm](https://www.youtube.com/watch?v=OyketlthVWg)), se muestra a un crinoideo pedunculado (lirio de mar) que vive fijo al sustrato, pero que, cuando las condiciones alrededor de él se vuelven inhóspitas, es capaz de desplazarse hasta encontrar un sitio donde establecerse y continuar con su vida sésil (sin movimiento y adherido al sustrato del fondo).

También, está el otro grupo de crinoideos, que son **las estrellas plumosas** carentes de pedúnculo, y ellas **sí tienen mayor capacidad de desplazarse** (<https://www.youtube.com/watch?v=OyketlthVWg>), pues sus mismos brazos los baten a ritmos alternados para conseguir un nado activo que les permite dirigirse a otros sitios que les sean favorables. Una vez que se ha encontrado el sitio perfecto, estas estrellas plumosas se adhieren al sustrato de una manera muy similar a como lo hacen los crinoideos pedunculados.

¿Cómo han logrado preservarse durante millones de años?

Normalmente, los crinoideos fósiles **se han logrado preservar de una manera exquisita en el registro geológico de algunas localidades en Estados Unidos y Marruecos**. No obstante, la mayoría de los fósiles de este grupo se presentan como organismos totalmente desarticulados, con un grado de preservación muy pobre, pues cuando se muere el animal, lo primero que se empieza a descomponer es el tejido conectivo que une a todas las placas minerales que mantienen el esqueleto inter-

no del organismo, por lo que termina separándose en sus placas componentes, es decir, que presenta desarticulación. Si el organismo no es enterrado rápido, estas placas comienzan a transportarse lejos del lugar donde el organismo murió, perdiendo la forma característica que el crinoideo presentaba cuando estaba vivo.

En México, la diversidad de crinoideos fósiles es muy grande, pero, a diferencia de otras localidades del mundo, donde la preservación es excelente, **los crinoideos fósiles mexicanos presentan un alto grado de desarticulación**. Por ello, es muy difícil identificar especies, pues la mayor parte de este material consta de placas provenientes del tallo de los crinoideos, en lugar de tener preservado al organismo completo.

Investigación paleontológica de crinoideos: Interpretaciones paleoambientales y paleoecológicas

Poder encontrar este material, aunque incompleto, es de mucha ayuda para los paleontólogos dedicados a la investigación de organismos que existieron en el pasado. Los crinoideos son excelentes **indicadores de las condiciones ambien-**

tales que existieron en el pasado remoto, así que, cuando se encuentran sus fósiles en una determinada área, nos **habla de que esos sitios alguna vez estuvieron bajo el agua**, específicamente en un mar de poca profundidad, muy cercano a la costa, con un oleaje fuerte y condiciones normales de salinidad (es decir, que el agua no era tan salada, pero tan poco era agua dulce), en una latitud tropical, probablemente en un arrecife.

Igualmente, estudiar este material junto con otros organismos fósiles asociados (como los mencionados anteriormente), nos permite **analizar cuáles pudieron haber sido las relaciones ecológicas de los crinoideos con otros animales**: podemos reconocer procesos de competencia, depredación, comensalismo, etc. Por ejemplo, se sabe que los crinoideos servían de sustrato para otros animales invertebrados como los briozoarios, quienes implantaban sus colonias sobre la superficie de su cuerpo. O, por el contrario, algunos briozoarios servían de sustrato para los mismos crinoideos (como se puede ver en la figura de abajo donde un crinoideo empieza a crecer y desarrollarse sobre un briozoario de tipo ramoso). De igual manera, los crinoideos podían tomar como sustrato las conchas de otros in-



<https://pixabay.com/es/photos/estrella-de-mar-arena-1851289/>

vertebrados como los bivalvos o los braquiópodos, que eran animales muy comunes en los mares del Paleozoico Tardío en varios sitios del mundo. Otros animales, como los caracoles, se sabe que podían llegar a alimentarse de los crinoideos. Otros tantos, aprovechaban la altura a la cual se encontraban los crinoideos por encima del fondo oceánico, para poder subirse sobre ellos y aprovechar los nutrientes que se encontraban flotando a una mayor altura en la columna de agua.

Asimismo, hay algunos grupos de crinoideos que tenían una especie de cámara con aire en uno de sus extremos que les permitía flotar, por lo que, en vez de estar fijos al fondo oceánico como la mayoría, vivían flotando a la deriva en el mar (Ver figura). Esto y más cosas que se han ido investigando acerca de este grupo, hace que **su es-**

tudio sea algo fascinante. Pero los paleontólogos han obtenido esta clase de conocimientos, **no solo estudiando a los fósiles que vivieron en el pasado remoto, sino también estudiando a los crinoideos que existen en la actualidad.** Este tipo de comparaciones entre los organismos modernos, con los ya extintos que se encuentran en el registro fósil, permite entender aún más cómo los crinoideos fósiles vivieron, cómo evolucionaron y por qué muchos de ellos se extinguieron.



Buitrón-Sánchez B.E., López-Lara O., Vachard D., Hernández-Barroso A.S. (2017). Algunos crinoideos (Echinodermata-Crinoidea) del Pérmico de la región de Pemuxco, Hidalgo. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 69(1), 21-34. https://www.jstor.org/stable/pdf/26461885.pdf?refreqid=excelsior%3A4c-7577f67eb445cd559bf16ddcdc2455&ab_segments=&origin=&acceptTC=1

Escobedo-Aguilar I.A. (2021). *Revisión de los crinoideos del Paleozoico Superior de México y sus implicaciones paleoambientales, estratigráficas y paleobiogeográficas*. Seminario de titulación, Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 57 p. <https://tesisunam.dgb.unam.mx/F/QCG8TK64PN->

D71R8FQCM7NY9BRBXKLGXSROGPDT33MIPIE1LN-GJ-43433?func=full-set-set&set_number=438797&set_entry=000002&format=999

Hess H., Ausich W.I., Brett C.E., Simms M.J. (1999). *Fossil crinoids*. Cambridge University Press, 290 pp. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626159.003>

Zamora S. (2018). Crinoideos fósiles de Aragón. In: Zamora, S. (Ed.). *Fósiles. Nuevos hallazgos paleontológicos en Aragón*. España, pp. 22-47. https://www.researchgate.net/publication/326368197_Zamora_S_2018_Crinoideos_fosiles_de_Aragon_In_Zamora_S_Ed_Fosiles_Nuevos_hallazgos_paleontologicos_en_Aragon_22-47

ARTÍCULO

¡Tengo muchos medicamentos caducos y no sé qué hacer con ellos!

Elodia Nataly Díaz-De la Cruz y Martha Estrella García-Pérez



https://pixabay.com/es/photos/search/medicamentos/?manual_search=1

Elodia Nataly Díaz-De la Cruz. Asistente Postdoctoral en el laboratorio de Farmacognosia y Farmacología experimental de la Facultad de Químico-Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

nataly-diaz@live.com

Martha Estrella García-Pérez. Profesor-Investigador de la Facultad de Químico-Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

estrella.perez@umich.mx

¿Tienes muchos medicamentos caducos y no sabes qué vas a hacer con ellos? ¿Te molestan en casa y ya consideraste tirarlos a la basura? ¡No lo hagas! Aquí te daremos una pequeña guía de qué son y cómo pueden desecharse en forma segura para evitar contaminación y problemas de seguridad.

¿Qué es un medicamento y a qué se refiere la vida útil?

Los medicamentos son definidos como sustancias o mezclas de estas que pueden tener un

origen natural o sintético y presentan algún efecto terapéutico en el organismo, ya sea para la prevención y/o el tratamiento de enfermedades. Estos disponen de un tiempo determinado para su uso, lo cual conocemos como vida útil, y es durante este intervalo en el cual se asegura que el medicamento es estable y seguro para nuestro consumo. La **estabilidad de un medicamento** se define como la **capacidad que tiene un producto farmacéutico para mantener su aspecto** (color, olor, sabor, etc.) y **características terapéuticas, microbiológicas, físicas y químicas** dentro de límites previamente especificados.

¿Qué es la fecha de vencimiento o caducidad?

Es la fecha límite donde se presume que el medicamento se ajusta aún a sus especificaciones siempre y cuando haya sido almacenado correctamente. **El plazo de estabilidad se calcula desde su fabricación y envasado hasta que este pierda su actividad biológica**, siempre y cuando el uso y almacenamiento sean adecuados. En México, la

NOM-073-SSA1-2015 «Estabilidad de fármacos y medicamentos, así como de remedios herbolarios», es la norma que dicta los estudios de estabilidad y requisitos que deben cumplir obligatoriamente todos los productos que se distribuyen y comercializan por los distintos laboratorios farmacéuticos en nuestro país.

¿Qué vida útil tienen los medicamentos que consumimos regularmente?

Las especialidades farmacéuticas, que así se conocen cuando son producidas por la industria, cuentan con una fecha de utilidad que **va desde los 12 hasta los 60 meses**, dependiendo si se trata de soluciones, inyectables, tabletas, cápsulas o gotas. Algo importante a tomar en cuenta son las condiciones de almacenamiento, ya que, si los fármacos no son almacenados en lugares secos, a temperaturas adecuadas, en su envase original y no se protegen apropiadamente de la luz, se puede acelerar su deterioro.



La fecha de vencimiento se coloca en el envase del medicamento y en su caja, en las partes visibles de los recipientes para que así los consumidores conozcan el tiempo durante en el cual la ingesta es segura, es decir, que el medicamento se considera estable. <https://www.istockphoto.com/es/foto/instrumento-de-medicamento-gm496206666-78410751>

En la imagen siguiente te enseñamos cómo utilizar los contenedores SINGREM



Pasos sencillos que ilustran cómo utilizar los contenedores SINGREM. Imagen de autoría propia.

Cuando se cumple el periodo de estabilidad, el medicamento se considera caduco, lo que significa que **no se puede asegurar su eficacia**, es decir, no es posible saber si va a actuar de forma benéfica o puede producir daño al organismo, por lo cual **no deben consumirse en ninguna circunstancia ya que no es seguro**, se le denomina desecho y se considera como un residuo altamente peligroso. Es por esto por lo que siempre se debe buscar la forma de eliminarlos de manera adecuada y segura para evitar diversas situaciones, como la contaminación de aguas y suelos, o incluso la posible reventa en lugares inadecuados y que pueden llegar a afectar a otras personas.

¿Por qué no se deben consumir medicamentos caducos?

Los medicamentos caducos se consideran un peligro ya que, al pasar su fecha de vencimiento, pueden sufrir **degradación de sus compuestos, formación de productos tóxicos y cambios en sus características físicas**. Esto puede provocar intoxicaciones de forma leve, eficacia baja hasta cuadros toxicológicos graves y complicados en los pacientes.

De acuerdo con los datos publicados por la Comisión Federal contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), **en la actualidad los medicamentos caducos son un problema de salud pública** debido a que **se desechan grandes cantidades de forma continua**, ya sea por hospitales, farmacias e incluso nuestro hogar. Esto se debe a que, desafortunadamente, las presentaciones farmacéuticas en las que son comercializados son insuficientes para los tratamientos indicados por los médicos, requiriendo por lo general la adquisición de dos o más cajas, por lo cual se compran en exceso, dejando sobrantes y generando un acumulamiento de estos.

¿Cómo puedo desechar en forma adecuada y segura mis medicamentos caducos?

Para desechar adecuadamente los medicamentos caducos, existen una serie de recomendaciones:

1. Es de vital importancia **revisar el botiquín o lugar de almacenamiento de medicamentos en el hogar de forma habitual**, esto con el fin de separar los medicamentos caducos de aquellos medi-



Cada año se venden en mercados informales medicamentos, muchos de los cuales están caducos. Imagen de Luna, D. (23 de marzo de 2022). Medicamentos caducos: ¡No los tires a la basura! Te decimos dónde depositarlos. Expansión Política. <https://politica.expansion.mx/mexico/2022/03/23/medicamentos-caducos-que-hacer>

camentos que aún pueden consumirse de forma segura. Si lo haces, evitarás confusiones o ingestas de forma accidental por algún miembro de la familia, en especial por parte de grupos vulnerables como adultos mayores o niños.

2. Si en tu hogar cuentas con **medicamentos para tratamientos que ya finalizaron**, como en el caso de antibióticos, **es preferible desecharlos** a pesar de que todavía se encuentren dentro de su fase de vida útil. Con esto se evita que se vuelva a consumir en esquemas incompletos, evitando la resistencia bacteriana, además de impedir su acumulación innecesaria y la automedicación.

3. Los **medicamentos caducos**, previamente separados, deben **colocarse en una bolsa o caja para su eliminación posterior** y siempre mantenerlos fuera del alcance de los niños.

4. **Acudir a una farmacia que cuente con contenedores especiales y seguros**, y depositarlos ahí

para su recolección por el Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases de Medicamentos A.C. (Singrem).

¿Qué es el Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases de Medicamentos (SINGREM)?

El SINGREM es una **asociación de carácter civil que se fundó en 2007 para combatir las malas prácticas y manejo de los medicamentos caducos**. El objetivo es la disposición final de medicamentos caducos de forma responsable y ética, tal como lo marca la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Dicha asociación se encarga de la recolección, manejo y desecho seguro de medicamentos. De acuerdo con las estadísticas, en los últimos años, **se han destruido alrededor de dos millones de medicamentos caducos**.

El uso de los contenedores especiales del SINGREM para medicamentos caducos en las farmacias, es relativamente sencillo y no tiene costo

para los consumidores. En estos contenedores se pueden depositar medicamentos, envases vacíos o con sobrantes, cajas y medicamentos que ya no se necesiten a pesar de que todavía estén dentro de un periodo de vida útil. Es importante resaltar que en estos contenedores son de depósito exclusivo, por lo tanto, **no se pueden depositar otros residuos peligrosos** como agujas, gasas, pilas, jeringas, equipos para venoclisis ni productos químicos.

¿Por qué es necesario el desecho seguro de medicamentos caducos?

Los medicamentos caducos nunca deben desecharse con la basura común o eliminarse en la taza del baño o drenaje, ya que se considera una **fuentes de contaminación farmacéutica**, teniendo un impacto negativo en el medio ambiente. Los residuos peligrosos, como los contaminantes farmacéuticos



cos, son un peligro latente para la salud de las personas de nuestro entorno, así como para aquellas que se pueden ver afectadas por una disposición irresponsable y errónea, ya que, de acuerdo con estadísticas de la COFEPRIS, **la venta de medicamentos caducos constituye un porcentaje significativo de la venta total de medicamentos en el país.**

Además de esto, las moléculas derivadas de los residuos farmacológicos pueden afectar severamente el suelo y los mantos acuíferos, perturbando de forma directa a la vegetación y a los animales que comparten nuestro entorno. Desafortunadamente, no se cuenta con suficiente investigación acerca de las exposiciones a corto y largo plazo, bioacumulación en el medio ambiente y toxicidad a largo plazo de los

residuos farmacológicos, por lo cual **la mejor forma de**

evitar la contaminación siempre será el manejo y desecho seguro de medicamentos. ¡Cuidate y cuidanos a todos!



Fernández-Gachuz J., Gómez-Romo A., López-González Y., Torres-Morales J.M., Ruvalcaba-Ledezma J.C., Moedano-Álvarez E.B. y Reynoso-Vázquez J. (2018). Medicamentos caducos, uso y conocimiento en estudiantes del Instituto de Ciencias de la Salud de una Universidad Pública. *JONNPR*. 3(11), 866-874. <https://www.jonnpr.com/PDF/2665.pdf>

García-Morales M.A., Contreras-Rodríguez A., Aguilera-Arreola M.G., Ruíz E.A. y Morales-García M.R. (2021). Manejo de residuos de fármacos: una breve revisión. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 37, 329-344. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.53505>

Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos A.C. <https://www.singrem.org.mx/>

ARTÍCULO

Educación para un desarrollo sustentable en México

Oscar Zúñiga-Sánchez



https://pixabay.com/es/photos/search/educaci%C3%B3n%20ambiental/?manual_search=1

Oscar Zúñiga-Sánchez. Doctor en Gestión de la Educación Superior, Centro Universitario de Los Lagos-Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

zunigaoscar777@gmail.com

La contaminación ambiental y la desigualdad entre hombres y mujeres, son algunos de los problemas que enfrentan las actuales sociedades. Una forma de contrarrestar esta situación, tiene que ver con el establecimiento de modelos educativos que trasciendan de una formación disciplinar y logre una perspectiva de la sustentabilidad en todas las carreras ofertadas por las universidades públicas del país.

La degradación de los ecosistemas, la carencia de un empleo digno, la desigualdad y la inequidad, son algunos retos que enfrenta la humanidad en el presente siglo. Estos problemas se ven directamente afectados por la carencia en el desarrollo de conocimiento y actitudes en las personas para actuar positivamente en su medio ambiente. **La forma de cómo nos comportamos con nuestro entorno, siempre tendrá una consecuencia a mediano o largo plazo.**

¿Cómo podríamos contrarrestar estos problemas?

La **educación para el desarrollo sostenible** corresponde a un modelo educativo novedoso que ofrece la posibilidad de desarrollar en el estudiantado el conocimiento requerido **para adoptar comportamientos más responsables con la naturaleza y con las personas** de nuestra comunidad. De acuerdo con esto, resulta importante para la educación superior formar profesionistas no solo con el conocimiento y las habilidades de una disciplina

en particular, sino también desarrollar las actitudes requeridas para transitar hacia un desarrollo más armonioso sin ejercer presión en los ecosistemas.

Se podría cuestionar a algunas instituciones de educación superior su falta de sensibilidad para realizar cambios sustanciales en su estructura, basada principalmente en la enseñanza de una especialización, dejando a un lado la **formación humanística y crítica** que contribuyan esencialmente a una formación integral en el estudiantado universitario.

¿Cuál es la estrategia más acertada?

De acuerdo con los resultados de una investigación realizada por Zúñiga y otros autores en este año, en donde se encuestó a profesores y profesoras de distintas universidades públicas del país acerca de lo que consideran que significa el término «educación para el desarrollo sostenible», los resultados mostraron que el 81 % lo entiende como aquello, que **consiste en desarrollar un enfoque interdisciplinario en la solución de problemas socia-**



https://pixabay.com/es/photos/search/cambio%20clim%C3%A1tico/?manual_search=1



https://pixabay.com/es/photos/search/modelo%2oeducativo/?manual_search=1

les, económicos y ambientales. Seguido de la concepción que corresponde **al fomento de la ética y los valores en el estudiantado.**

Al respecto de la primera, se entiende que el desarrollo económico está estrechamente relacionado con el medio ambiente, con la salud y con la seguridad de las personas, por ejemplo, las industrias que contaminan el ambiente pueden tener una afectación en la salud de las personas, por otra parte, la falta de una educación y desarrollo de habilidades en las personas las limita para que puedan contar con un empleo digno y mejor remunerado que les permita aumentar su calidad de vida. Esta interdependencia no podría ser estudiada por una sola disciplina, al contrario, implica que varias deben sumarse para encontrar en conjunto soluciones a los problemas que impiden transitar a sociedades más justas y equitativas.

De igual modo, **la formación de la ética y los valores** corresponde a un proceso que debe desarrollarse en las y los estudiantes universitarios sin importar la carrera o disciplina que cursen. De

acuerdo con esto, **el respeto hacia otras personas y formas de vida (ecosistemas) es la pauta que debe regir nuestros comportamientos.**

Contar con modelos educativos novedosos y adecuados al presente siglo, principalmente en la educación superior, ofrecerá mayores posibilidades para ofertar carreras bajo un enfoque de formación holística e integral en los futuros profesionistas. Este modelo no podría limitarse a la oferta de cursos, talleres y prácticas sustentables fuera del aula, implica también desarrollar en el estudiantado un **pensamiento crítico** que cuestione cualquier comportamiento insustentable; un **pensamiento hacia el futuro** que le permita crear conciencia de que sus actos tendrán una consecuencia a corto o mediano plazo; un **liderazgo** que le permita dirigir proyectos de intervención social, el trabajo en equipo; un **aprendizaje autogestivo** mediante el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación; y una **actitud de solidaridad** con su entorno pensando de forma global y actuando razonadamente en su entorno inmediato.

¿Qué implicación tiene esto para las universidades públicas?

La enseñanza de una formación humanística basada principalmente en fomentar la ética y los valores, tiene sus implicaciones para la gestión universitaria, no solo en la asignación de los recursos humanos y materiales, sino también en la realización de cambios estructurales que faciliten la formación integral del estudiantado sin caer excesivamente en la oferta de programas de estudio que se limitan a una disciplina en particular. De acuerdo con esto, la **educación para el desarrollo sostenible** como modelo educativo novedoso, invita a las universidades públicas del país a ofrecer una **formación profesional mediante la inclusión de la perspectiva sostenible** en

sus contenidos y prácticas dentro y fuera del aula de estudio.

El cambio en la estructura universitaria implica **contar con un currículum más flexible** que permita reconocer otras formas de educación no escolarizada y reconocer la influencia que tienen las experiencias de vida del estudiantado como parte de su educación integral. Por lo tanto, el reto para las universidades públicas, hoy en día, estará en **liderar un proceso de cambio organizacional** como el que requiere el modelo de la educación para el desarrollo sostenible y así, contribuir mejor al desarrollo de las comunidades sin ejercer presión sobre el medio ambiente.



Cebrián G. (2020). La educación para el desarrollo sostenible en el currículum universitario: Una investigación-acción cooperativa con profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11(30). <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.30.590>

UNESCO. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*. UNESCO. https://www.researchgate.net/publication/325570670_Educacion_para_los_Objetivos_de_Desarrollo_Sostenible_Objetivos_de_aprendizaje

Zúñiga-Sánchez O., Marúm-Espinosa E. y Aceves-Ávila C. D. (2022). La educación para el desarrollo sustentable en la visión del profesorado de educación superior en México. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. Continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 98(36.2). <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.91549>

ARTÍCULO

¿Qué hay detrás de una copita de mezcal tradicional?

David Orlando Ramírez-Naranjo



Fotografía: Autoría propia.

David Orlando Ramírez-Naranjo. Estudiante del Doctorado en Desarrollo y Sustentabilidad, Facultad de Economía "Vasco de Quiroga", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

david.ramirez@umich.mx

Imaginemos una noche fría, tal vez de diciembre o enero, la época del año en la que más se nos antoja un buen mezcal para compartir con amigos o en familia. Podría asegurar que la mayoría de ustedes imaginó una copita de boca ancha con un líquido cristalino en su interior; de hecho, muchos podrán hasta recrear el sabor en su paladar. Sin embargo, lejos de la imaginación, **la mayoría de las personas desconoce la compleja diversidad biológica y cultural detrás de cómo se elabo-**

ran estos destilados de maguey o agave, ya que se tiende a reducir a una mera interacción entre el maestro mezcalero y su fábrica.

Este planteamiento nunca pudo ser más simplificador. Por esta razón, este artículo pretende llevar al lector a un redescubrimiento de los aspectos sociales y culturales detrás de la producción de mezcal tradicional que, a simple vista, es imperceptible para la mayoría de los consumidores promedio.

El mezcal, más que la suma de sus partes

La producción de mezcal tradicional **es todo un mundo de relaciones entre los humanos y las especies de plantas y animales involucradas**. Es toda una red de conexiones entre las familias productoras de mezcal que se dedican a trabajar la naturaleza y los procesos ancestrales aprendidos de generación en generación, y que se materializa en la obtención del preciado líquido.

Pero vamos despacio. Partamos del hecho de que la producción de mezcal **tradicional es una actividad que se concibe en familia y donde cada integrante tiene una función esencial** en la elaboración del destilado. En este sentido, la mujer,

maestra mezcalera, se encarga de preparar los alimentos de la familia, administrar y ver por el cuidado del hogar y, en muchas ocasiones, dar valor agregado al mezcal a través de la elaboración de licores y cremas, así como realizar trabajos de cuidado y mantenimiento de la huerta de traspatio de donde la familia se alimenta. De hecho, muchas de ellas se encuentran vinculadas y conforman múltiples agrupaciones de mujeres mezcaleras en toda la República mexicana.

De tal manera que, repensar la forma en la cual se valora el trabajo de este tipo de procesos tradicionales de elaboración de mezcal, en comparación con otros de tipo agroindustrial, implica ser conscientes de las diferencias sociales, económicas, biológicas y culturales explícitas en las formas en cómo ocurren las relaciones dentro de las familias productoras que, con la responsabilidad de llevar bajo sus hombros la tradición de sus antepasados, trabajan y nos brindan una bebida con significados invaluable. Definitivamente, en términos cualitativos y cuantitativos, **no es lo mismo un mezcal elaborado bajo una concepción de trabajo tradicional familiar**, con todos los esfuerzos



Imagen de: Stephan. en Pixabay

que ello implica, **que un mezcal elaborado bajo la lógica agroindustrial.**

También **los hijos e hijas tienen un rol que jugar**, pues ellos y ellas se encargan de **aprender el oficio familiar**, aspecto esencial en la **difusión de los conocimientos ancestrales** y tradicionales que se remontan, al menos, a más de cien años atrás. Además, apoyan en los trabajos en el campo, la cocina, el cuidado de la huerta, la cría de animales, la venta del producto terminado (mezcal y cremas), la producción en la fábrica (vinata) y el mantenimiento del hogar, sin descuidar, por supuesto, sus tareas escolares.

Es así entonces cuando el maestro mezcalero, con el apoyo mano a mano de su familia, da vida al maravilloso arte aprendido de sus padres y abuelos, para producir uno de los mejores destilados del mundo, en mi opinión, y en la de muchas y muchos. Y aunque **las formas de producir esta bebida son diversas por la existencia de múltiples variables y contextos** involucrados, ahora ya se sabe que detrás de su elaboración no solo está el maestro mezcalero, de manera directa, sino también se está va-

lorando el trabajo de cada una de las mujeres, hijos e hijas que se encuentran detrás de cada copita de mezcal.

Más allá del precio, un buen consumidor

En el apartado anterior, identificamos que una copita de mezcal es más que la suma de sus partes, es todo un proceso complejo de relaciones entre las familias productoras, su historia, tradición y costumbres, así como de la naturaleza que les rodea. Sin embargo, ¿qué hacer? Como consumidores, **podemos contribuir con su compra a la revalorización de los mezcales producidos bajo las lógicas familiares tradicionales**, donde las riquezas biológica y cultural son los ingredientes secretos.

Regularmente, se suele asociar un buen producto a un alto valor monetario: entre más costoso mejor; sin embargo, esta regla no siempre aplica para el caso de los mezcales. Para ello, es necesario reconocer de dónde viene el mezcal que se compra, quién lo elaboró, con qué especie se realizó, en qué región o estado se elaboró, entre otras cuestiones.



Imagen de Angel Chavez en Pixabay

Esta primera información es de relevancia para conocer el tipo de mezcal que se está comprando, puesto que no todos los mezcales se producen de la misma especie de maguey, debido a que no todas se encuentran disponibles en el territorio mexicano, de tal manera que, por ejemplo, la especie *Agave inaequidens*, conocida como lechuguilla, propia del estado de Michoacán, es diferente a la especie *A. tequilana*, el agave tequilero de Jalisco. De hecho, **muchas familias mezcaleras tradicionales combinan varias especies en sus preparaciones, aspecto que confiere sabores y olores particulares a cada destilado.**

Ahora bien, aunque no es fácil, hasta para los más expertos, identificar a simple vista qué prácticas (tradicionales familiares o agroindustriales) se utilizaron para la elaboración del mezcal, la botella que se compre debería, al menos, enunciar qué especie o especies se utilizaron, en qué región o estado y quién lo elaboró. De esta manera, el consumidor tiene un hilo de donde jalar si desea conocer más a detalle qué tipo de mezcal está degustando.

Frente a esto, la realidad es que falta mucho por avanzar, tanto a nivel acadé-

mico (investigación) como a nivel gubernamental (normatividad), puesto que el consumidor se encuentra en un territorio desconocido, en el que **se pueden confundir con facilidad mezcales tradicionales** con alto grado de diversidad biológica y cultural, **con mezcales provenientes de prácticas agroindustriales**, o en el peor de los casos, con adulteraciones que no solo atentan contra la tradición de la comunidades ancestralmente mezcaleras, sino también con la salud de los consumidores.

Para finalizar, no se trata de pensar que todo está mal, por el contrario, es una invitación para resignificar el trabajo de aquellas familias que, a pesar de sus limitaciones económicas y a la falta de marcos normativos integrales claros, están realizando hoy prácticas que son un ejemplo de resiliencia y adaptabilidad. Estas **familias mezcaleras** que día con día trabajan para salir adelante, **confieren un alto valor cultural a sus productos** y es deber de nosotros, los consumidores, estar mejor informados sobre los destilados que degustamos.



Colunga-García Marín P., Larqué-Saavedra A., Zizumbo-Villarreal E., Zizumbo-Villarreal D. y Ramírez Carrillo L.A. (2008). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 245-246, 75-80. <https://www.revistauniversitaria.uady.mx/pdf/245-6/ru245-612.pdf>

Colunga-Carecía Marín P., Zizumbo-Villarreal D., González-Zozaya F., Olay-Barrientos A. y Platas-Ruiz R. (2010). Los mezcales: ¿un arte del México prehispá-

nico?, 98, 36-37. https://www.researchgate.net/publication/275342630_Los_mezcales_un_arte_del_Mexico_prehispanico

Delgado-Lemus, A. M., Torres-García, I., Larson-Guerra, J., Abdelmassih-Jiménez, D. y Illsley-Granich, C. (2020). *Mezcalla: tradición y cultura del mezcal michoacano*. México: UAM-X, CEU, 200 pp. https://publicaciones.xoc.uam.mx/TablaContenidoLibro.php?id_libro=868

TECNOLOGÍA

Calor residual: Consecuencias y oportunidades

Aldo Márquez Nolasco y Armando Huicochea Rodríguez



https://pixabay.com/es/photos/search/calor%20residual/?manual_search=1

Aldo Márquez-Nolasco. Profesor Visitante, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. México.
aldo.marquez@uaem.mx

Armando Huicochea-Rodríguez. Profesor Investigador, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. México.
huico_chea@uaem.mx

Nuestra sociedad requiere diversos procesos térmicos para satisfacer necesidades primarias y secundarias como destilación de agua, fabricación de bolsas, generación de electricidad, etc. **¿Cómo definir un proceso térmico?** Un conjunto de operaciones donde se usa el calor a diferente temperatura para obtener un producto demandado por la sociedad. Existen diferentes recursos para generar calor, uno de ellos es el uso de los derivados de los combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón, que son elementales para su activación.

Debemos estar conscientes que, en cada proceso térmico, además de atender una demanda social, se tiene un **calor residual** como un resultado natural, el cual **contribuye a la destrucción de los ecosistemas** ya que se desecha directamente al cielo abierto, a caudales de agua o áreas terrestres. El consumo de la energía de un país está en función directa de la cantidad de población y de la educación para el uso del energético. Es decir, podemos tener una población pequeña con un consumo de energía elevado, o una población grande con un consumo de energía bajo. Los países que registraron mayor consumo energético, considerando el consumo mundial en el 2019, fueron China (18.44 %), Estados Unidos (15.67 %), Rusia (10.38 %), Arabia Saudita (4.34 %) e India (3.93 %), mientras que México se ubicó en el lugar décimo quinto de este ranking internacional con un 1.10 %.

Por otro lado, el consumo de energía mundial refleja que solo una parte se transforma en energía útil, mientras que otra en calor residual o de desecho. Un estudio realizado en 2016, para la estimación de calor residual a partir del consumo de energía mundial de 2012, señala que del 100 % de la energía consumida, solo 28.1 % se utiliza para atender las necesidades de la sociedad como industria (15.3 %), transporte (21.9 %), residencial (13.5 %), generación de electricidad (44.8 %) y comercial (4.5 %). **La transformación de la energía tiene un impacto ambiental trascendente**, ya que se obtienen cantidades de calor residual de 71.9 % y solo el 28.1% satisface la necesidad en cuestión. En otras palabras, la energía aprovechada es casi una tercera parte, y dos terceras partes es calor residual, el cual lastima al medio ambiente si no es aprovechado. Del total del calor residual, el 62.5 % tiene una temperatura por debajo de los 100 °C y es proveniente de la industrial, transporte, generación de electricidad y comercial. Por ejemplo, el sector industrial utiliza el 15.3 % de la energía útil, de los cuales el 16 % es calor residual con una temperatura menor a 100 °C. El uso de fuentes de energía renovables y el **aprovechamiento al máximo de las fuentes de energía primaria, debe ser imperante y extensiva para toda la sociedad.**

¿Qué es el calor residual?

También es conocido como **calor de desecho**, es energía con una **temperatura superior a la temperatura ambiente**, y se obtiene como un resultado natural de la transformación de energía usada en la generación de energía eléctrica, fabricación de carros, elaboración de tortillas, etc. Los datos reportados por organismos nacionales demuestran que, aproximadamente, una tercera parte de la energía total se aprovecha para los procesos de generación de electricidad, transporte, industria, residencial y comercial; mientras que las dos partes restantes es calor residual con temperaturas superiores a la temperatura ambiente.

Algunas consecuencias de desechar el calor residual sobre el medio ambiente son: afectación del cambio climático intensificando el ciclo mundial del agua, inundaciones y sequías cada vez más frecuentes y graves, patrones de lluvia más impredecibles e incremento del nivel de mar. Estos cambios afectan y amenazan a los ecosistemas, a las personas más pobres y vulnerables, a la vez que **constituyen un obstáculo importante para el desarrollo**



Un ejemplo de calor residual en la elaboración de tortillas. <https://pixabay.com/es/photos/tortilla-comida-gastronom%c3%ada-m%c3%a9xico-1596208/>



Acondicionamiento de espacios mediante un SRA.

económico y social. Por lo tanto, es importante incorporar estrategias que nos ayuden con el almacenamiento y uso del calor residual.

El calor residual **lo podemos reusar en forma directa o indirecta para satisfacer otras necesidades primarias y secundarias de la sociedad.** Una alternativa para reusar el calor residual con un nivel térmico entre 60 y 100 °C, es el uso de una Bomba de Calor por Absorción (BCA) para tener espacios fríos o calientes.

Clasificación de los sistemas de absorción para enfriar y calentar

Una clasificación de la BCA, se lleva a cabo considerando la temperatura que alcanza un espacio como se describen a continuación:

Tipo I, conocida como BCA Convencional o Sistema de Refrigeración por Absorción (SRA).

Tipo II, identificada como BCA No Convencional o Transformador de Calor por Absorción (TCA).

El calor residual activa el ciclo termodinámico de un SRA para tener una cantidad de calor a una temperatura más baja que el calor suministrado, mientras que el TCA aprovecha el calor residual

para tener una cantidad de calor a una temperatura más alta que el calor suministrado. **Ambos sistemas térmicos tienen fundamentalmente cuatro intercambiadores de calor** para desarrollar los procesos físicos de desorción, condensación, evaporación y absorción, donde un refrigerante y un absorbente (mezcla de trabajo), a diferentes parámetros de operación, es usado. **Los intercambiadores de calor son dispositivos usados para transferir calor de un fluido caliente a uno frío** a través de una pared debido a una diferencia de temperaturas. Su desempeño individual contribuye al desempeño global del SRA y TCA. Para cuantificar el desempeño de cualquier BCA, necesitamos usar relaciones de calor y temperatura como el Coeficiente de Desempeño (COP), y el aumento o disminución bruto de la temperatura (GTD y GTL).

Tecnología SRA

Estas máquinas térmicas han estado disponibles durante muchos años, pero su penetración en el mercado es limitada por la competencia que tiene los sistemas de propulsión eléctrica de bajo costo. **Se utiliza comúnmente en edificios comerciales para aplicaciones de aire acondicionado por su alto rendimiento**, pero solo pueden competir en mercados donde la electricidad de bajo costo está disponible. El principal mercado en la actualidad es el Lejano Oriente (China, Japón y Corea del

Sur) y Estados Unidos por sus bajas tarifas de electricidad. Las principales mezclas de trabajo usadas en un SRA es bromuro de litio-agua (hasta 5 °C) y amoníaco-agua (hasta -78 °C), debido a sus características físicas y químicas que benefician el ciclo termodinámico. Algunas de las aplicaciones del SRA son acondicionamientos de espacios a temperaturas menores al medio ambiente, conservación de alimentos, fabricación de hielo, etc.

Tecnología TCA

Su aplicación en las industrias del mundo es limitada debido a problemas de alto costo de inversión y período de vida corto. En la actualidad, se siguen investigando estos equipos térmicos para reducir su costo de inversión, incrementar su desempeño de energía y disminuir los problemas de corrosión. **Una aplicación que se estudia en el laboratorio es el calor útil para purificación de agua mediante una evaporación de simple efecto.** Mientras que un TCA puede desalinizar agua de mar, purificar agua, secar alimentos, precalentar procesos, etc.

Avances del uso del calor residual

Esta tecnología del TCA sigue siendo estudiada en los laboratorios de investigación en varios países como México, debido su potencial promotor para utilizar el calor residual que tanto daño hace al medio ambiente. El Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), tiene un Laboratorio de Ingeniería Térmica Aplicada (LITA), en el cual se han llevado a cabo estudios teóricos y experimen-

tales de diseño, caracterización y optimización de diferentes tipos de intercambiadores de calor no convencionales en forma individual e integrados a un TCA. Existen avances teóricos y experimentales que han demostrado que las nuevas propuestas estudiadas alcanzan mayores eficiencias debido a que las relaciones de área de transferencia de calor/volumen son menores, además de usar componentes duales en una sola coraza.

El calor residual **es un tipo de energía implícita en un proceso térmico usado para satisfacer alguna necesidad social.** Las fuentes de energía no renovables son principalmente usadas para alimentar los procesos térmicos a cierta temperatura y calor. **Nuestro compromiso social es disminuir y aprovechar el calor residual para que no se vierte en forma directa o indirecta a los ríos, áreas terrestres y a la atmósfera,** y con ello contribuir en la conservación de los ecosistemas. El desarrollo de equipos térmicos más eficientes y la reutilización del calor residual para satisfacer otras necesidades, ayudan a la reducción de la contaminación ambiental y el uso de combustible fósiles. Las bombas de calor por absorción para enfriamiento y calentamiento, pueden ser activadas usando el calor residual a niveles térmicos entre 60 a 100 °C. El calor útil puede ser aplicado para conservar alimentos, purificar agua, acondicionar espacios, deshidratar productos agrícolas, etc.



Secretaría de Energía. (2020). <https://www.gob.mx/ener>

Forman C., Muritala I., Pardeman R. y Meyer B. (2016). Estimating the global waste heat potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1568-1579.

DOI:10.1016/j.rser.2015.12.192

Varela K. (2023). *Estudio experimental de un transformador de calor por absorción con intercambiadores helicoidales múltiples anidados.* Tesis Doctoral. Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

UNA PROBADA DE CIENCIA

Un buen plato de sopa

Horacio Cano Camacho



Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
horacio.cano@umich.mx

A mí me encanta la sopa, casi cualquiera, aunque tengo mis favoritas. La tarasca, esa combinación de puré de frijol con tiras de tortilla frita, queso y rajitas de chile ancho y pasilla, con crema de leche. ¡Qué delicia! Hoy vamos a platicar de sopas, en realidad, de un libro que habla de ellas.

Una sopa es un platillo que consiste en un líquido que a menudo es caldo o agua, en el que se cocinan diversos ingredientes como verduras, car-

ne, pescado, legumbres, fideos, arroz, entre otros. Estas son muy versátiles y se preparan de muchas maneras, creando una diversidad impresionante, lo que las convierte en una parte importante de muchas cocinas.

Las sopas pueden ser servidas tanto calientes como frías, y su consistencia puede variar desde caldos claros y ligeros, hasta más espesas y sustanciosas. Dependiendo de los ingredientes y de la preparación, pueden ser una entrada, un plato principal, o incluso un plato completo en sí mismo, como es el caso del pozole mexicano. También pueden ser aromatizadas con diversas hierbas, especias y condimentos para realzar su sabor, incluso de sobrantes de otros platos.

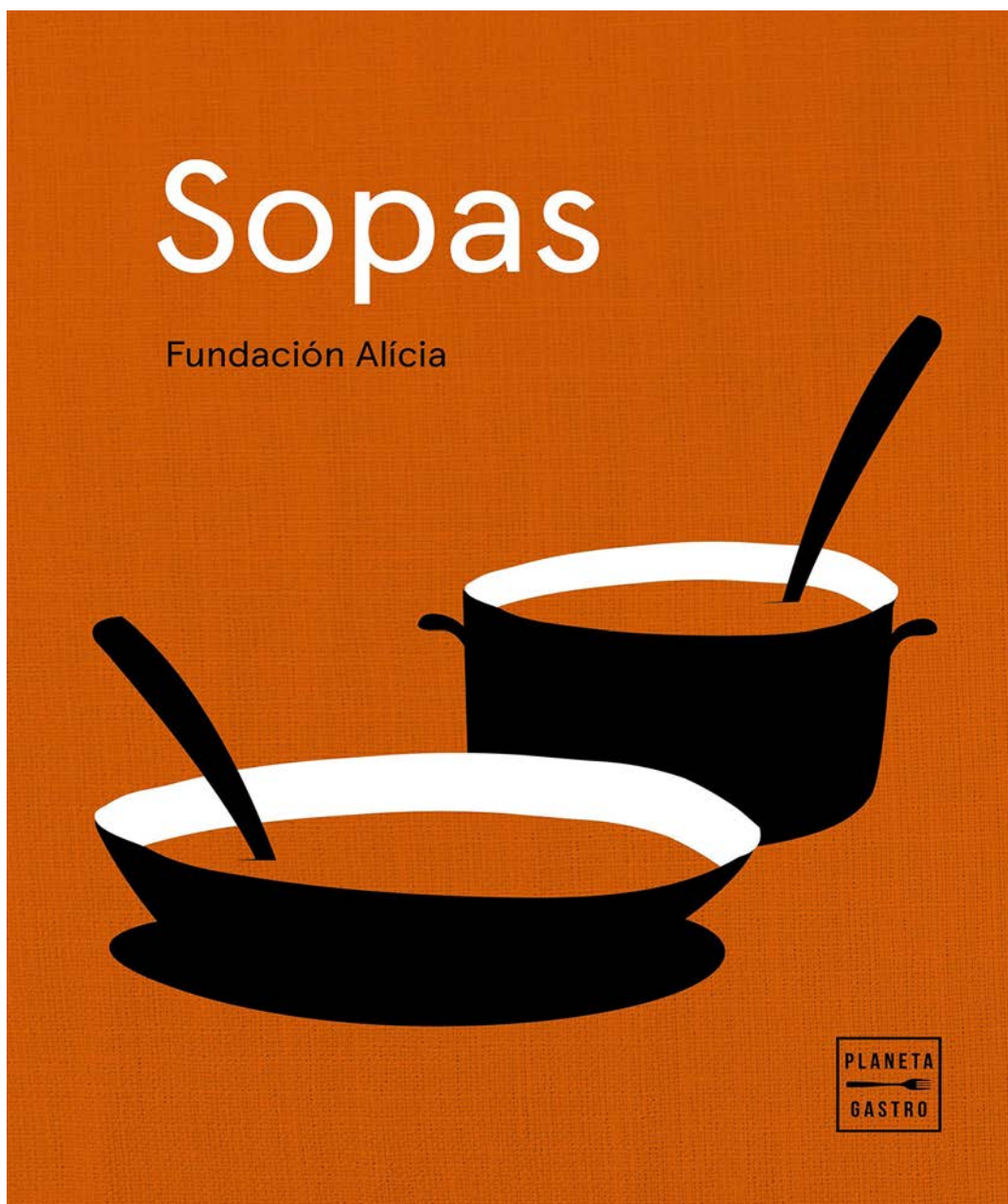
Algunos ejemplos de sopas populares incluyen la de cebolla, de pollo, de tomate, el gazpacho

español, el ramen, de minestrone, de lentejas, de tortilla y muchas más. Estas son apreciadas por su sabor reconfortante y por su capacidad para calentar y nutrir el cuerpo.

Las sopas tienen muchas virtudes, además de expresar diversidad en cuanto a los ingredientes, los procesos de elaboración, todo esto resultado de la variedad geográfica, biológica, étnica, lingüística y cultural. Son, a decir del libro que ahora recomendamos, un instrumento de cultura. Dice nuestro libro: «Siete virtudes tiene la sopa: es económica, quita el hambre, quita la sed, hace dormir, digerir, nunca enfada y [...] pone la cara colorada». La sopa está a la altura de otras fases de la comida.

Estamos hablando de *Sopas*, una antología de la Fundación Alicia (Planeta, 2020, ISBN

9788408226611), un libro delicioso, tanto por su factura como por su contenido. Resulta que este platillo o, mejor dicho estos platillos, están en una crisis. Se ha registrado un descenso pronunciado en su consumo per cápita y su conocimiento en los últimos años. El auge de la comida rápida, la simplificación de la cocina tratando de «ahorrar» tiempo y dinero, y el fenómeno de globalización de lo que comemos, están poniendo en crisis profunda a la sopa. De ser un complemento esencial de cual-





quier mesa, incluso un alimento elegido para consentir a los débiles, a los enfermos o a las mesas más refinadas, la sopa está siendo relegada como algo prescindible, fuera de moda.

En casa, mis padres (ambos cocinaban) integraban la sopa de manera natural, de tal forma que era un solo tiempo en cada comida y había diversidad de sabores, ingredientes, regiones y mucho espacio para la creatividad. He observado con tristeza que cada vez las consumimos menos, al grado de que cuando la servimos, la tomamos como una fiesta.

La Fundación Alicia es un centro de investigación dedicado a la innovación tecnológica en cocina, a la mejora de los hábitos alimentarios y a la valoración del patrimonio agroalimentario y gastronómico. Fue creada en 2003 en Cataluña y está formada por científicos, cocineros, historiadores, biólogos, químicos y una gran diversidad de personal vinculado a los diversos aspectos que rodean lo que comemos. Este libro es el resultado del trabajo y de la experiencia colectiva puesta en analizar lo que comemos y cómo afecta nuestra salud o nuestra cultura.

Platos van y platos vienen, empujados por la mercadotecnia. De repente, alguien descubre una dieta milagrosa, un producto que por sí solo logrará llevarnos al paraíso de la salud o un cambio de hábitos alimenticios que nos pondrán a la moda, nos darán un toque de modernidad

o sofisticación y entonces olvidaremos lo que por siglos hemos comido, lo que moldeó lo que somos, y allí, la sopa es algo superfluo o prescindible, o completamente «dañina» según esas teorías de modernidad. Y lo que siempre hemos comido comenzará a desaparecer de nuestras mesas, de las cartas de los restaurantes, incluso de las conversaciones y las recomendaciones. Pedir un guisado de cerdo, una sopa de tortilla o unas corundas, puede significar que te miren como si hubieras nombrado al diablo en la Catedral de San Pedro... Así que la sopa está en riesgo y hay que defenderla.

Este libro inicia con el análisis del contexto, el significado cultural y la historia de las sopas, para luego hacer un recorrido por tales platos en el mundo —seguramente identificaremos muchos de ellos que hemos consumido de manera rutinaria y no sabíamos cuál era su verdadero origen—, para concluir con la relación de la sopa y la salud, así como de las mejores maneras de preparar un buen plato y una buena colección de recetas para todos los gustos y bolsillos.

Después de leer este magnífico libro, miraremos la sopa de otra manera y, seguramente, seremos más resistentes a las tentaciones de la mercadotecnia que busca homogeneizar lo que comemos y sustituirlo por cosas extrañas que saben igual en cualquier lugar del mundo.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

La obesidad a través de la historia

Karen Fabiola Tena-Rojas y Héctor Eduardo Martínez-Flores



Karen Fabiola Tena-Rojas. Laboratorio de Biotecnología alimentaria, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
l.n.karentena@gmail.com

Héctor Eduardo Martínez-Flores. Profesor-Investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
hector.martinez.flores@umich.mx

La obesidad es uno de los **problemas de salud pública más importantes de nuestros tiempos**. Sin embargo, esta enfermedad se remonta a muchos años atrás, y aun cuando los datos científicos son pocos, **existen vestigios de cómo la obesidad estuvo presente desde épocas antiguas**. Es importante entender y conocer cómo esta enfermedad perdura hasta la actualidad y es el mal que aqueja a muchos millones de humanos en nuestro planeta.

Significado de la obesidad

La palabra obesidad proviene del latín *ob* que significa 'sobre' o 'todo' y *edere* 'comer'. El uso del término, como lo conocemos hoy en día, apareció por primera vez en 1651 en un libro de medicina de habla inglesa, titulado *Medical practitioner and social reformer*, de Noah Biggs.

Es considerada la pandemia del siglo XXI, lugar que se ha ganado a pulso, ya que en la vida actual y moderna se desarrolla con gran facilidad; pero **el problema de la obesidad traspasa fronteras, creencias y razas**. La obesidad es como aquella frase «los genes cargan el arma y el estilo de vida tira del gatillo», y esto es porque en realidad solo una mínima cantidad de personas en este mundo, **no más de 5 %, sufren de esta condición solo por su genética o como consecuencia de otras enfermedades**. Entonces, ¿qué pasa? Pues, por mal que se escuche, la gran mayoría padece de obesidad por el estilo de vida que escogió. Todos seguramente hemos escuchado las vastas consecuencias ligadas a esta enfermedad y todos los eventos que ocurrirán si esta se perpetúa.

Obesidad, un padecimiento antiguo

En fin, no entraremos en el tema de las comorbilidades, ya que hay tomos y miles de artícu-

los hablando de estas. Por lo cual, en este artículo, pretendemos darte a entender el cómo es que el desarrollo de la civilización humana, como ahora la conocemos, nos puede ayudar a entender aún más el problema. Punto importante, porque **el humano ha padecido la obesidad desde hace muchos años más de lo que se piensa**.

La única constatación que tenemos de la existencia de obesidad en tiempos prehistóricos, proviene de las estatuas de la Edad de Piedra. Una figura femenina con un enorme volumen, **Venus Willendorf**, que consta de una antigüedad de 25,000 años y que se encuentra en el museo de historia natural de Viena. Fue hallada en 1908 por el trabajador Johann Veran o Josef Veran. Fueron talladas hace más de 30,000 años en la denominada Edad de Hielo. En contexto, el periodo de glaciación se extendía y había una gran escasez de comida, por lo que empezaron a tallar a estas curvilíneas mujeres, dadas las circunstancias de la época. Carece un tanto de lógica, sin embargo, se ha descubierto que no solo respondían a figuras de gestantes, sino que muchas de estas mujeres eran realmente obesas en «**épocas de extremo estrés nutricional**», donde la **obesidad era idealizada como un símbolo de fertilidad y protección a la mujer**.



https://www.freepik.com/free-photo/body-shaped-vase-with-purple-yellow-light_33320658.htm#page=2&query=estatua%20obesa&position=0&from_view=search&track=ais



https://www.freepik.com/free-photo/weight-evolution_950828.htm#page=2&query=obesidad%20antig%C3%BCedad&position=35&from_view=search&track=ais

Ya en la Edad Antigua, etapa que abarca desde la aparición de la escritura (3500 A.C a 3000 A.C) hasta la caída del Imperio romano (476 D.C.), **los egipcios describieron la obesidad como una característica de las personas de un rango social elevado**, tal es el caso de faraón Akenaton, considerado con una complejión extraña en su tiempo. Otros indicios en la cultura egipcia son las autopsias de momias de alto rango que presentan aterosclerosis coronaria y características del infarto al miocardio.

En Grecia, **Hipócrates**, padre de la medicina, **comienza a ligar la obesidad con un problema de salud**, señalando que la muerte súbita es mucho más frecuente en los obesos que en los delgados y en las mujeres más infértiles. Es aquí donde se empieza a considerar la obesidad como un problema perpetrado por el humano y no por los dioses. Ya en Roma, en el siglo II, **Claudio Galeno por primera vez describió la clasificación de la obesidad como moderada e inmoderada**, a la vez que relacionó el exceso de peso con un estilo de vida insano. Gale-

no, además **produjo los primeros reportes sobre los beneficios de la pérdida de peso**, relatando cómo es que logró que un hombre con obesidad, disminuyera su peso a partir de recomendaciones básicas de alimentación y ejercicio físico.

A lo largo de la historia, los griegos y los romanos son considerados los iniciadores de la «**dietoterapia**», siendo **Hipócrates el primero que mostró gran interés por la nutrición y la calidad de vida de las personas**. Ya en la Edad Media, **Avicena**, médico árabe más prestigioso de aquella época, en su canon médico que se convirtió en texto básico para la enseñanza médica por cinco siglos, dedicó un capítulo a hablar de la obesidad en uno de sus libros, donde describía los problemas que esta ocasionaba, así como las recomendaciones para tratar la obesidad, como el ejercicio intenso. Asimismo, **relacionaba la obesidad con el consumo de alimentos bastos en cantidad, pero pobres en nutrientes**.

En la Edad Moderna, se introducían nuevas ideas sobre aspectos físicos y químicos que consti-

tuían una base teórica para entender la función del organismo; por primera vez se relaciona la obesidad con las teorías iatroquímicas y **se empieza a hablar de la incorporación de sustancias o hierbas medicinales para tratar este padecimiento**, lo que en la actualidad conocemos como biocompuestos activos (antioxidantes, fibras, vitaminas, minerales). Ya en la **Edad Contemporánea**, que inicia desde la Revolución francesa hasta nuestros días, empieza a haber un gran **interés sobre todo en la medicina alemana y francesa por el estudio de la obesidad** o «polisarcia» (demasiada gordura), como era llamado en aquel tiempo.

En 1842, fue Cristian Hufeleand, quien en su libro de medicina, redactó el diagnóstico, la patogé- nia, la terapéutica y la definición de obesidad como el «exceso de acumulación de grasa en el cuerpo».

Por otro lado, el matemático y sociólogo **Adolpht Quetelet**, aplicó métodos cuantitativos para el estudio de la enfermedad y, en 1835, publicó un ensayo sobre la distribución y proporción antropométrica, **proponiendo una corrección del peso de las personas de acuerdo con su estatura, el hoy conocido índice de quetelet o índice de masa corporal**, mismo que desde su publicación fue olvidado y fue retomado en la actualidad.

Ya muy avanzado el siglo XX y hasta hoy en día, el índice quetelet o índice de masa corporal sigue siendo **ampliamente utilizado en conjunto con otras fórmulas para la clasificación de la obesidad**. En la actualidad, la obesidad se considera un estado de inflamación sistémica, crónica y de bajo grado. **Sistémica**, porque no es una inflamación local, sino que tiene im-

plicaciones en múltiples tejidos, órganos, sistemas y vías metabólicas en nuestro organismo. **Crónica**, porque se desarrolla en un tiempo determinado y prolongado. Y de **bajo grado**, que no es porque la inflamación sea leve, sino porque no presenta las manifestaciones clínicas que estamos acostumbrados a detectar en otros procesos inflamatorios como es dolor, rubor, calor, etc.

Consecuencias de la obesidad

¡Lo malo! Las consecuencias de esta enfermedad son inimaginables a largo plazo, tanto económicas como de salud, y aún así sigue en aumento. ¿Qué pasa?, pues en realidad **es una enfermedad multifactorial que cada individuo requiere un manejo personalizado**. Como ya dijimos, se habla de **factores genéticos**, aunque una pequeña proporción la padece por esto; también existen **factores psicológicos** que tienen que ver con problemas o enfermedades ocurridas en procesos críticos del desarrollo, infancia y adolescencia, estrés psicológico o ansiedad, etc.; **factores ambientales** que se conforman de un ambiente familiar obeso génico (alto consumo de alimentos ultra procesados, sedentarismo, tabaquismo, alcoholismo) que, a su vez, favorecen cambios que pueden favorecer variaciones epigenéticas. Estos últimos factores epigenéticos, ocurren mediante cambios en algu-

nos genes reguladores en el metabolismo energético y en la oxidación de grasas.

¡Lo bueno! En muchos escenarios de obesidad, tanto tempranos como instaurados, puede llegar a controlarse o, en el mejor de los casos, revertirse.



Considerando, principalmente, un **estilo de vida saludable, práctica de ejercicio y una alimentación más sana.**

En la siguiente figura se propone que, para que una persona que padece obesidad pueda interrumpir el ciclo de obesidad e incorporar hábitos de vida saludables, debe pasar por tres principales rupturas.

Durante el periodo de obesidad, la **primera ruptura del ciclo o etapa de concientización**, es un proceso mediante el cual las personas son estimuladas y animadas a explorar su realidad y su conciencia, de forma que la comprensión de su realidad y de su propia conciencia es cada vez más profunda, con lo cual comienza a **comprometerse consigo mismo y decide frenar el ciclo de obesidad.** Comenzando con la modificación del estilo de vida, control y seguimiento nutricional y psicológico, inicia la pérdida de peso paulatina hasta alcanzar el peso meta. Esta etapa **dura entre seis y 24 meses para concretarse**, dependiendo del grado de obesidad.

Posteriormente, inicia la **segunda ruptura del ciclo o etapa de adaptación**, fisiológica y psicológica, la cual se caracteriza por ser el periodo de adaptación metabólica, hay constancia en el control de nuevos hábitos, disminuye la frustración e impuridad en torno a la comida, **inicia el mantenimiento de peso**, hay una adecuada relación con el consumo de alimentos y gasto de energía, un **mayor control de las enfermedades secundarias a la obesidad.** Esta etapa se define como el tiempo posterior al haber alcanzado el peso meta, manteniendo esta pérdida por al menos dos a tres años. En esta etapa hay

una mayor **claridad y determinación en cuanto a en qué consiste el proceso de hábitos saludables de vida.** Por otro lado, las enfermedades instauradas o debutantes en la obesidad disminuyen su severidad, modulan su respuesta, o cesa su propagación. Esta etapa es crítica, ya que, de no concretarse, es muy común el regresar a la etapa inicial del ciclo obesogénico, por lo cual es importante que además de un **adecuado control médico-nutricional, también exista un adecuado seguimiento psicológico y un ambiente de vida más sano.**

Por último, una vez que las rupturas anteriores han sido concretadas y sostenidas por un amplio periodo de tiempo, se da la **tercera ruptura del ciclo de obesidad o permanencia**, en donde la persona tiene un apego completo a su nuevo estilo de vida, el peso pasa a un segundo término, y el **objetivo principal es lograr un estado de bienestar integral**, caracterizado por un equilibrio dietético, constancia en la actividad física y salud emocional.



Morales P.A. (2010). Visión epistemológica de la obesidad a través de la historia. *Comunidad y Salud*, 8(2), 83-90. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000200011&lng=es&tlng=es.

Ruiz-Cota P., Bacardí-Gascón M. y Jiménez-Cruz A. (2019). Historia, tendencias y causas de la obesidad en México. *JONNPR*, 4(7), 737-745. <https://www.jonnpr.com/PDF/3054.pdf>

LA CIENCIA EN EL CINE

La Librería

Horacio Cano Camacho



Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
horacio.cano@umich.mx

No sé si les ha pasado a ustedes, pero hay días en que no deseo mirar la televisión y mucho menos un noticiario, los cuales, además de tergiversar la realidad para acomodarla a ciertos intereses, se solazan en describir las noticias trágicas que envuelven a la humanidad por todos lados: guerras, fenómenos meteorológicos catastróficos, inseguridad, accidentes... No se crean que estoy huyendo, después de todo es el mundo en el que vivo y si lo comparamos con décadas atrás, incluso hay razones para ser optimistas. Con todo, estamos menos mal.

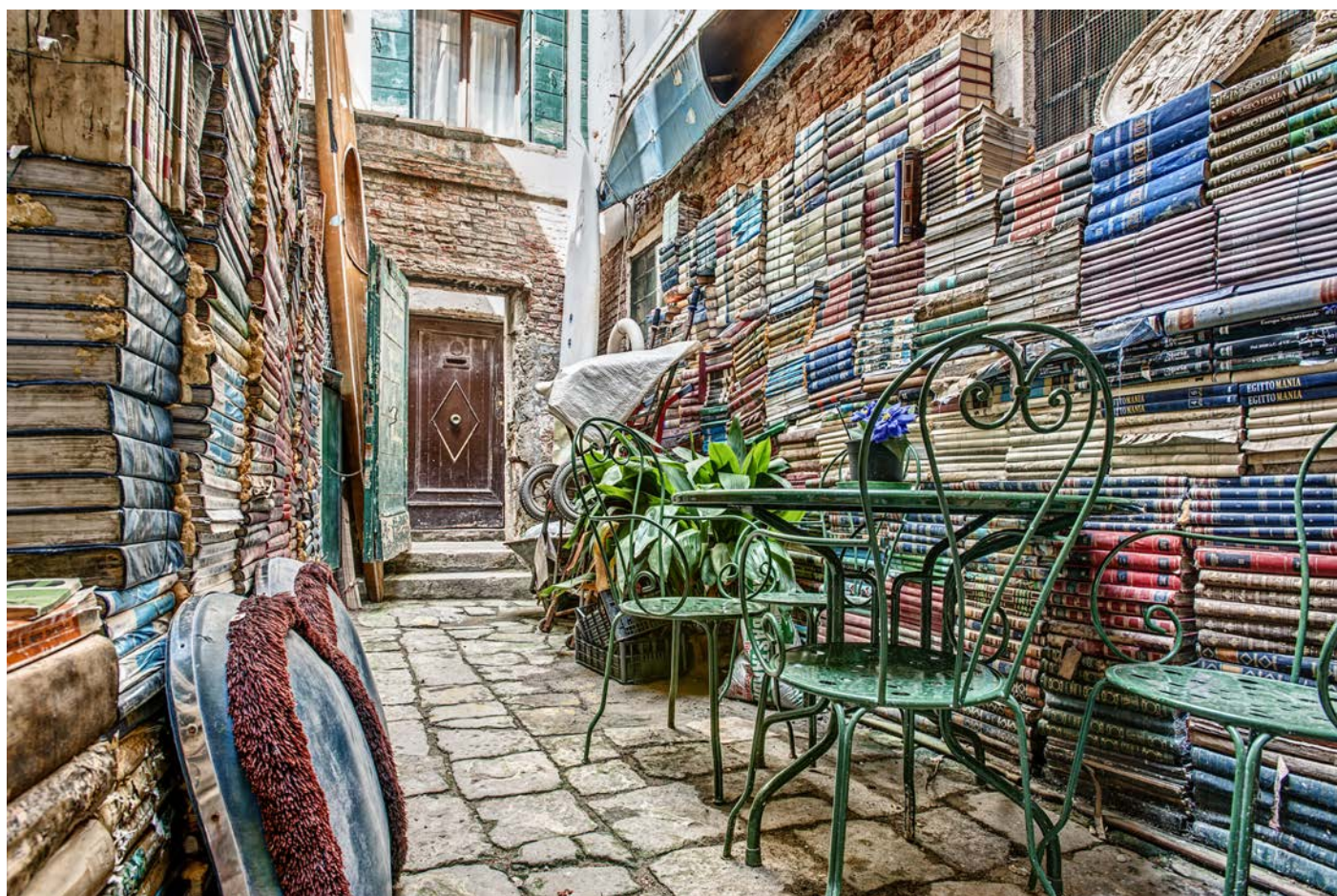
Mi resistencia es más un intento de ver las partes «bonitas» del mundo, ¡y vaya que las hay! En esos momentos me rescata una buena lectura, la contemplación de la naturaleza o —lo confieso— buscar una película de esas *sin más pretensiones*. En este ejercicio, muchas veces encuentro «joyitas» ocultas, oscurecidas por la mercadotecnia de superhéroes, sagas de dinosaurios o invasiones estelares que resultan la misma primera película repetida al infinito. Y es el caso de la película que ahora les recomiendo. Se trata de *La Librería (The Bookshop)*, cinta británica (2017), dirigida por la cineasta española Isabel Coixet, basada en el libro del mismo nombre de la autora británica Penélope Fitzgerald (Ed. Impedimenta, 1978).

Y como seguro adivinaron, la película trata sobre libros y librerías. Este tema se presenta de manera espléndida, tanto para los que amamos ambas cosas, como para los que creemos que también los objetos son subversivos y no necesariamente porque convoquen a una rebelión de cualquier tipo, sino porque un libro y un espacio para libros son actos libertarios. Y lo son ahora como lo fueron antes.

La historia es esta. Corre 1959, en un país que se repone de los estragos de la guerra y Florece

Grenn, caracterizada por Emili Mortimer, es una joven mujer viuda que con su pequeña herencia decide irse a vivir a la pequeña localidad costera de Hardborough, en el condado de Suffolk, Inglaterra. La gran pasión de Florece es leer; la lectura es el único medio que le permite reconciliarse con el miedo y la manera de paliar su soledad. Está tan apropiada para la lectura, que decide abrir una librería en la localidad, en donde no hay ninguna. No solo es un negocio, es un modo de vida que le permitirá seguir leyendo y compartir con los demás. Para ello, escoge una vieja casa abandonada, misma que adquiere y restaura para su emprendimiento. Se trata de *Old House*, casa abandonada y —según se rumorea en el pueblo—, repleta de fantasmas y recuerdos turbios. A ella, sin embargo, le parece el emplazamiento perfecto que concuerda con el espíritu de una librería.

En un pueblo tan pequeño, los rumores vuelan y todos se enteran de inmediato de las intenciones de Florece, y aquí comienzan los problemas para ella. De alguna manera, la «sociedad» de Hardborough no concuerda con su idea y de muchas maneras —a veces sutiles, a veces no tanto—, tratan de disuadirla de manera extraña, incluso intentan



sabotear sus pasos.

Tras muchos sacrificios, Florence consigue abrir su negocio que crece poco a poco durante todo el año. Resulta que fue buena idea y la pequeña comunidad se fue interesando por leer y encontró en *Old House*, la oportunidad que nunca tuvieron. Pero la principal oponente de Florence es Violet Gamart, caracterizada por Patricia Davies Clarkson, una señora de alcurnia, muy conservadora y, al parecer, muy poderosa, con fuertes relaciones en el parlamento y en la burguesía de la región. Violet se convertirá en la principal oponente al proyecto de *Old House*.

Hay otro personaje fundamental en la historia, se trata del Sr. Edmund Brundish, magníficamente presentado por Bill Nighy, un personaje solitario, que habita una casona en la colina del pueblo. El Sr. Brundish vive solo y nunca se le ve en el pueblo. Es el típico misántropo, desencantado del mundo. En torno a él se han tejido leyendas y mitos, que si algo oculta, que detrás de su vida hay una gran tragedia, o que la muerte de su amada esposa lo deprimió en extremo. Edmund Brundish, como todo el pueblo, también es tentado por la librería y pide por medio de una carta —ya que nunca sale de su casa— que Florence le haga llegar novedades editoriales. De esa manera conoce a Ray Bradbury, de quien se convierte en asiduo. Un buen día Florence le hace llegar *Lolita* de Valdimir Nabokov, por entonces libro causante de revuelos y elogios, y pide su opinión para ponerla a la venta en el pueblo. Esa lectura hace salir del mutismo al Sr. Brundish, quien rompe su aislamiento e invita a Florence a tomar el té para darle su opinión. Brundish considera que se trata de un buen libro y que sería interesante ponerlo a disposición del pueblo. Brundish se convierte así en el único aliado de Florence en esta lucha contra el poder conservador.



Otro personaje indispensable en la cinta es el de Christine, papel a cargo de Honor Kneafsey, una niña de diez años y «empleada» de la librería, quien resulta la única convencida de esta aventura y está dispuesta a resistir hasta el final.

La puesta en venta de *Lolita*, que por entonces (como ahora) despierta el interés y la repulsa por igual del público, genera tal revuelo, que es la ocasión para las fuerzas vivas de Hardborough, encabezados por Violet, quienes se alzan contra la indecencia y el escándalo, al grado de poner en riesgo la existencia de la librería y la paz del pueblo, así como de la misma Florence.

Hasta aquí les cuento. Me parece una historia excelente, muy apegada a la novela original, estupidamente actuada y que refleja muy bien el papel subversivo que pueden adquirir libros y librerías. Historias como la de *Old House*, hemos escuchado por doquier. El conservadurismo y el fanatismo re-

ligioso lanzando «cruzadas» contra cualquier texto que se oponga a su visión del mundo. Esto no es nuevo, los libros siempre han estado en el caldero, en toda su historia.

Los libros fueron objetos valiosos por varias razones: el conocimiento que portaban y que fue incautado por el poder religioso quien de esta manera consolidó su impostura intelectual. Aunado a ello, el hecho de que muy pocos sabían leer y escribir, fuera de los círculos religiosos, en particular las órdenes monásticas que pasaron durante la edad media a ser los productores y reproductores, a la vez que conservadores de los libros. Estos eran caros, ejemplares únicos o en bajas tiradas debido a la forma de reproducción, que era a mano, y con innumerables ilustraciones. Se daba el caso de que los «copistas», encargados de reproducir un libro, no sabían leer y solo se confiaba en su talento para reproducir lo que veían y su capacidad artística para ilustrarlos.



<https://pixabay.com/es/photos/libros-pies-piernas-persona-1841116/>

De manera que el libro era cosa de la iglesia, de las órdenes y de los poderosos que los podían atesorar. Esto cambió cuando llegó a Europa la imprenta de tipos móviles, mejorada por Johannes Gutenberg y que permitió la reproducción masiva de textos, así como el surgimiento de un comercio para los libros. Recordemos el alegato del arzobispo Sigfrido de Maguncia contra Gutenberg:

Los libros no fueron hechos para estar al alcance de cualquiera. Dios confió a Moisés las tablas de la Ley, no al pueblo. Los simples no tienen el raciocinio suficiente para discriminar por sí mismos lo verdadero de lo falso, lo bueno de lo malo, lo justo de lo injusto. Para eso estáis vosotros, los pastores del rebaño. ¡Imagínad por un momento qué sucedería si los libros se multiplicaran con la misma facilidad con que estos falsarios consiguieron, mediante brujería, reproducir las Escrituras!

Las librerías no han estado siempre presentes en la humanidad. Aunque existen registros de la existencia de bibliotecas, es decir, espacios dedicados a la conservación, almacenamiento y estudio de textos, desde la biblioteca de Nippur, alrededor de 2500 a. C, estos lugares estaban disponibles para los pocos letrados y estudiosos en Europa, generalmente, asociados con el clero católico; no obstante, los lugares para la venta al público de libros y textos diversos es mucho más reciente. Las primeras tiendas de libros, o librerías, surgieron en Europa durante la Edad Media, específicamente en las ciudades que estaban experimentando un auge en la producción de manuscritos y libros a mano. Las librerías medievales se diferenciaban de las bibliotecas, ya que se centraban en la venta de libros en lugar de la conservación y el préstamo.

Una de las primeras librerías conocidas en Europa se estableció en París, Francia, en el siglo XIII. Otros centros de producción y venta de libros en esa época incluían lugares como Bolonia y Venecia, en Italia. Bolonia, en particular, se destacó como un importante centro

de estudios jurídicos y legales en la Edad Media, lo que contribuyó al desarrollo de tiendas de libros en esa ciudad.

Con el tiempo, las librerías se multiplicaron en toda Europa a medida que la producción de libros se volvió más común con la creación de la imprenta por Johannes Gutenberg en el siglo XV. Las librerías modernas han evolucionado y se han extendido por todo el mundo, ofreciendo una amplia variedad de libros y productos relacionados con la lectura.

Hubo una época en que Venecia, como gran poder económico del mundo occidental, tenía calles atestadas de librerías. El negocio editorial surgió allí con librerías llenas de novedades y trastiendas repletas de libros «prohibidos». Se cuenta que, en la Venecia del siglo XVI, había decenas de librerías, más que en cualquier otra ciudad europea. En sus estantes, el visitante podía encontrar los clásicos latinos y griegos, textos religiosos, el Talmud, el Corán, la Biblia, junto a crónicas de viajes, tanto de fantasía como reales, estampas de pueblos y ciudades lejanas, libros de cuentos, los primeros libros eróticos, libros en «lenguas extrañas» ... Una verdadera feria de maravillas. Aún hoy sobreviven en esa ciudad hermosos ejemplos de esas librerías, como *Aqua Alta*, una de las más bonitas del mundo.

A lo largo de la historia no ha existido una lucha abierta contra las librerías, como sí contra los libros, o ciertos libros, prohibiéndolos o censurándolos; mientras que las librerías y bibliotecas, tanto como algunos libreros, han sido víctimas de esta guerra. Tal vez los más sonados sean las quemaduras de libros de los nazis, replicada luego por los movimientos ultraconservadores de todo el mundo. También la edición, distribución y almacenamiento de ciertos títulos ha sido muy socorrida por regímenes autoritarios a lo largo de la historia, desde la inquisición, hasta gobiernos seculares y, por su-



puesto, la posesión de un libro, su impresión y su distribución han sido perseguidas.

Las librerías son espacios de libertad, son sitios para sorprenderse y dejarse seducir por los colores, los olores, los secretos guardados y las joyas que se pueden encontrar. Y no solo las modernas y bien equipadas, también lo son las librerías de libros usados que le dan nueva vida a los libros y nos permiten encontrar textos discontinuados, libros con anotaciones de quienes disfrutaron de ellos, o incluso les han cambiado la vida.

La Librería es una película para disfrutar y para meditar. Disfrutar la nostalgia, el sueño de muchos, pero también es una historia de resistencia frente al poder, de negarse a enterrar los sueños. Muy recomendable, tanto para los que disfrutamos del libro como para quienes desean aventurarse y aún no han encontrado el incentivo.

NATUGRAFÍA

Luna en 3D

* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Fotografía de la luna en HDR-, compuesta de 3 imágenes en distintas fases lunares

INFOGRAFÍA

Quehacer Científico Nicolaíta

Rafael Salgado Garciglia



<https://icti.michoacan.gob.mx/inaugura-icti-el-18-congreso-estatal-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>

Premio Estatal de Ciencias 2023 a investigadora nicolaíta

El Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) del estado de Michoacán, entregó este año los Premios Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación, la más alta condecoración que otorga el gobierno de Michoacán a quienes contribuyen de manera significativa al avance del conocimiento científico y tecnológico en la entidad y en México. La ceremonia de entrega de estos premios se llevó a cabo el 4 de octubre en el Teatro José María Morelos del Centro de Convenciones de Morelia (Ceconexpo), en el marco del 18 Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y el 12 Encuentro de Jóvenes Investigadores de Michoacán.

Entre los galardonados está la **Dra. María Elena Rivera Heredia**, a quien se le otorgó el **Premio Estatal de Ciencia-Subcategoría Investigadora Estatal**. La Dra. Rivera Heredia es profesora e investigadora de tiempo completo de la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo desde abril de 2008. Es Psicóloga por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), y Doctora en Psicología

con orientación en Salud por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde también recibió el grado de Maestría en Psicología Clínica, a la vez que cuenta con estudios de Maestría en Psicoterapia Familiar con enfoque sistémico.

Recibió el premio a la mejor tesis de posgrado por parte de la Sociedad Interamericana de Psicología en 2007 con el tema *Mensajes audiovisuales para la promoción de la salud y la prevención del suicidio en los adolescentes*. Asimismo, pertenece al SNI Nivel 1 y forma parte del claustro del Doctorado Interinstitucional en Psicología y de la Maestría en Psicología, además de ser profesora del programa de Licenciatura en Psicología. Es responsable del Cuerpo Académico en consolidación "Intervenciones psicológicas y socioculturales en familia, género, migración, educación y salud", en el que desarrolla las siguientes líneas de investigación: 1) Recursos psicológicos y promoción de la salud; 2) Prevención de conductas y problema en adolescentes (depresión y suicidio); 3) Intervenciones psicológicas con migrantes y sus familias; 4) Evaluación y psicoterapia familiar; y 5) Desarrollo de habilidades y competencias para la investigación.

