

sabermás

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



UMSNH

Año 11 / No. 63 mayo - junio / 2022
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



9

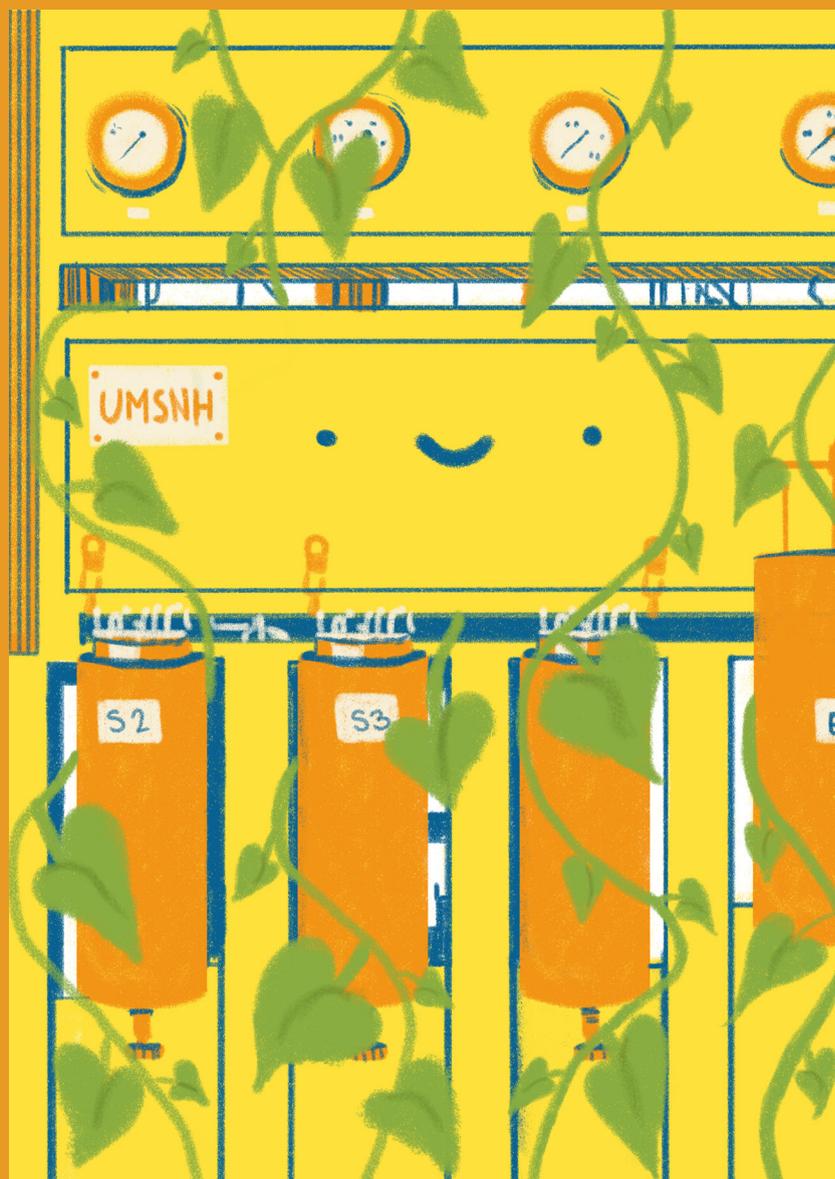
772007

704007



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores
ISSN-2007-7041

CONTENIDO



Ana Paula Barajas Pérez e Isabela Ferreira Martínez
Ambas estudiantes de Artes Visuales
Facultad Popular de Bellas Artes UMSNH
INSTAGRAM: [_paulentina](#) / [isa._ferreira](#)
paula.ana.bapa@gmail.com
isa.ferreira.mtz@gmail.com

Extracción por fluidos supercríticos: Una alternativa verde

36

ARTÍCULOS

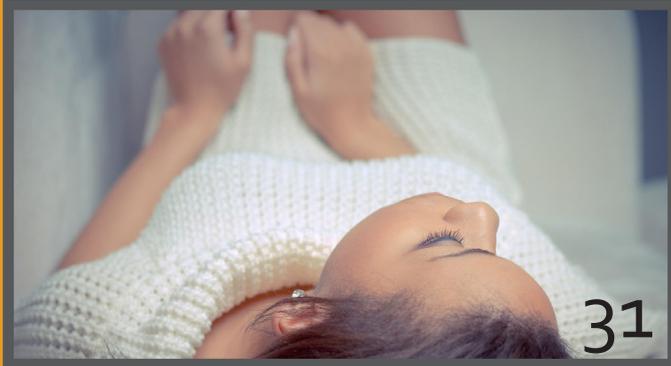
Fitoquímicos bioactivos en el control de la obesidad	14
Alicia y el país de los enteógenos	18
¡Más músculo, menos grasa!	23
¿Realmente nos resfriamos por el frío?	27
<i>Trichomonas vaginalis</i> : Un enemigo silencioso	31
Importancia de los insectos en el bosque: Protagonistas y amenazas	44
Hormigas: ¿Villanas o heroínas?	49
Visibilidad e invisibilidad: Las alas transparentes de los insectos	54
Mi vecino el tlacuache	59
La Guerra de las Corrientes: Una de las grandes rivalidades del siglo XIX	63
La enfermedad del suicidio	67



14



23



31



44



54



63

ENTÉRATE

Distinción de Investigador Nacional Emérito a científico(a)s del estado de Michoacán 6

Dr. Carlos Cervantes, primer científico nicolaita "Investigador Nacional Emérito" 7

Presea Vaco de Quiroga a científicos nicolaitas 8

TECNOLOGÍA

Fabricación de carne artificial ¿Realidad o ficción? 72

UNA PROBADA DE CIENCIA

La ciencia de la ciencia ficción 76

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Para qué sirve la simulación? 80

LA CIENCIA EN EL CINE

Planeta prehistórico 84

EXPERIMENTA

Flechas que cambian de dirección 91

INFOGRAFÍA

No normalices tu alcoholismo 92



Entrevista al Dr. Francisco Javier Espinosa-García

Investigador - Científico en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad en la UNAM, campus Morelia.

9

DIRECTORIO



Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

Secretaria Académica

Dra. Ma. Isabel Marín Tello

Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 11, No. 63, mayo - junio, 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, Departamento de Informática 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, 8 de julio de 2022.

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. Marco Antonio Landavazo Arias
Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña
Dirección de Tecnologías de la Información y
Comunicación, Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas
Dirección de Investigación, Universidad de Morelia,
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

Muchos de los artículos que recibimos para conformar los distintos números de *Saber Más*, manejan una temática variada y muy actual en la que los científicos y tecnólogos nos muestran su interés y preocupación por nuestro planeta. Uno de esos tópicos ha sido el interés por estudiar y ampliar el uso de productos derivados de organismos vivos como plantas, animales, hongos y bacterias —lo que conocemos como «producción y consumo orgánico» o más común como productos o tecnologías «verdes»— para disminuir el de los compuestos químicos sintéticos. En este sentido, el presente número no es la excepción, ya que precisamente el artículo de portada nos presenta una tecnología avanzada concerniente a la extracción de compuestos de plantas, pero utilizando métodos alternativos «verdes» que aseveran un mayor grado de eficiencia, seguridad e inocuidad, nos referimos a la extracción por fluidos supercríticos.

Otras temáticas abordadas en los artículos de este número hacen referencia a la descripción de los fitoquímicos que se usan para el control de la obesidad; a la importancia de tener más músculo y menos grasa en nuestro cuerpo bajo un control «natural» mediante la flexibilidad metabólica que, junto con la composición de la dieta, la frecuencia de la alimentación y el entrenamiento físico, permite una menor acumulación de grasa; mientras que otro artículo describe el potencial de los extractos de plantas contra parásitos como *Trichomonas vaginalis*, entre ellos el extracto de la semilla de aguacate nativo mexicano.

En artículos de otros números de *Saber Más*, los autores nos han dejado saber que, para mantener una buena salud, hay que aplicar la máxima: «nada con exceso y todo con medida». Esto se revalida en el artículo «Alicia y el país de los enteógenos», en donde claramente vemos la diferencia entre las drogas terapéuticas y las de abuso, dejando claro que lo natural también puede destruir, dependiendo de su dosis y evitando la adicción.

También hemos agrupado tres artículos que nos hablan de la importancia de los insectos en el bosque en los que se resalta su importancia ecosistémica como polinizadores; de las hormigas y su interacción con las plantas como defensoras y su importancia en el control biológico de insectos plaga; y de la dualidad funcional invisibilidad-visibilidad de las alas transparentes en insectos. Otro interesante texto que le sigue a este grupo de artículos es «Mi vecino el tlacuache», en el que los autores describen a este singular animal con el fin de protegerlos.

Los tres artículos que faltan por presentarles también son de diversa temática. Uno es sobre los resfriados, otro habla del suicidio como enfermedad y el tercero, relata una gran historia de ciencia y tecnología: «La Corriente Continua de Edison y la Corriente Alterna de Tesla» —conocida como la Guerra de las Corrientes—, el complemento perfecto para el desarrollo de la humanidad.

Finalmente, en la Entrevista, tuve la oportunidad de charlar con un gran investigador y amigo del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM, campus Morelia, el Dr. Francisco Javier Espinosa-García, quien nos contó sobre sus investigaciones con malezas y los avances en los estudios de sus compuestos.

Espero que esta presentación los haya motivado a leer lo que *Saber Más* ha preparado para ustedes en este número, a la vez que agradezco a lo(a)s autore(a)s que colaboraron con sus envíos. Asimismo, les recuerdo que tenemos temas actuales de ciencia en las secciones Entérate, Tecnología, La ciencia en pocas palabras, Una probada de ciencia, La ciencia en el cine, Experimenta y en la Infografía.

Como siempre les digo: Lee y comparte ciencia. En estas vacaciones de verano disfruta de este número de *Saber Más* y espéranos pronto con un número temático sobre neurociencias y cerebro.

Rafael Salgado Garciglia



ENTÉRATE

Distinción de Investigador Nacional Emérito a científico(a)s del estado de Michoacán



DRA. ESTELA SUSANA LIZANO SOBERÓN. Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM, Campus Morelia. Líneas de investigación: Medio interestelar, magnetohidrodinámica, formación estelar, colapso gravitacional, vientos estelares y discos protoplanetarios.



DR. GUSTAVO RAMÓN BRUZUAL ALFONZO. Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM, Campus Morelia. Líneas de investigación: Formación y evolución de galaxias, astronomía extragaláctica.



DR. ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Campus Morelia. Líneas de investigación: Ecología genética y molecular.



DR. CARLOS CERVANTES VEGA. Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: Líneas de investigación: Mecanismos bacterianos de resistencia a metales pesados y el análisis de genes adaptativos presentes en plásmidos bacterianos.



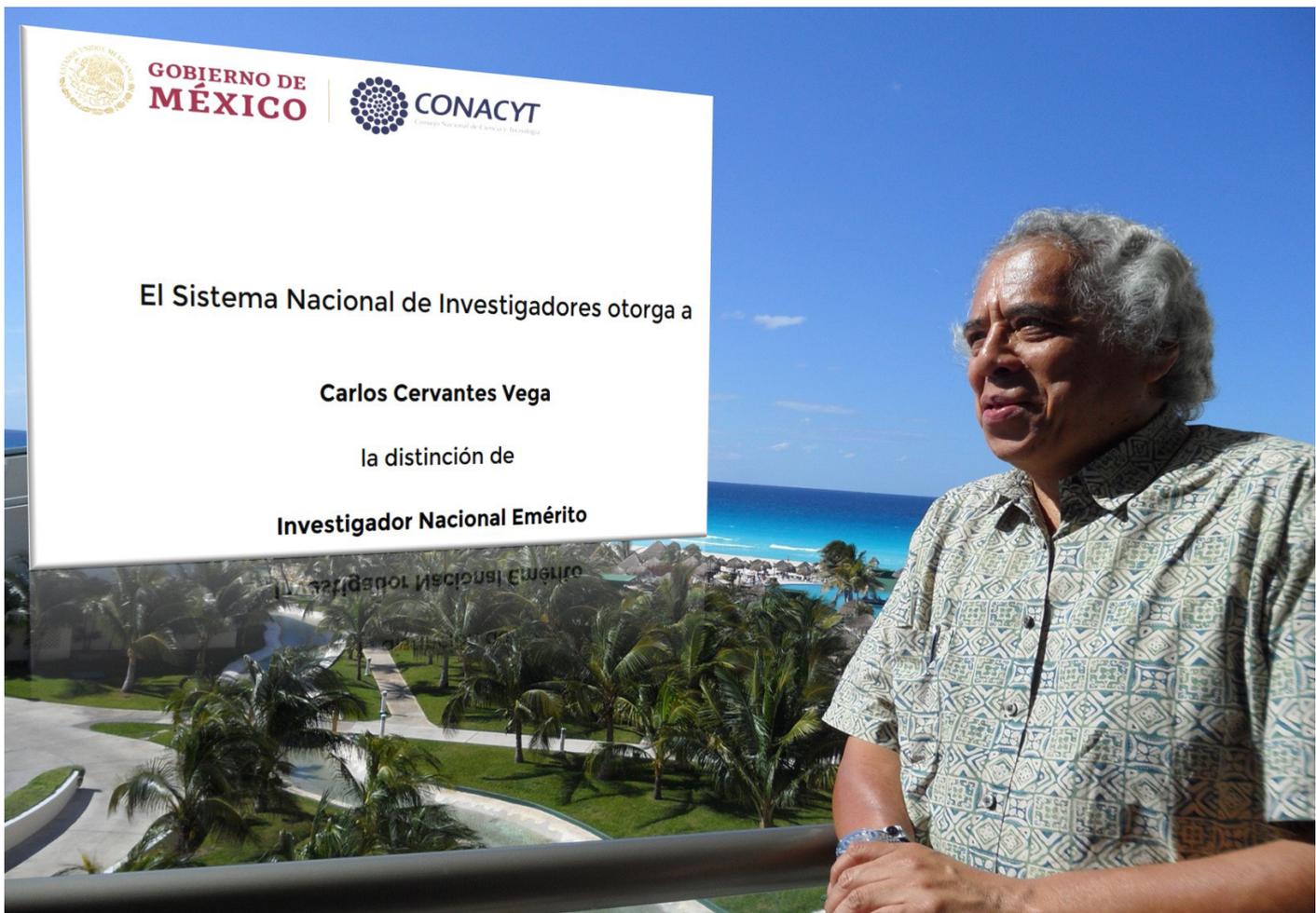
El Gobierno de la República a través del Consejo General del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el pasado mes de marzo de este año, otorgó la máxima distinción "Investigador Nacional Emérito" a 183 investigadore(a)s que han realizado investigación científica con una amplia trayectoria sobresaliente en diversas áreas del conocimiento, con una alta contribución al saber científico, humanístico y tecnológico. En la convocatoria 2021 se reconocieron 38 científicas, la mayor cantidad de investigadoras distinguidas en una misma convocatoria, este año son ya 102 investigadoras eméritas en el SNI, reflejo de optimizar la equidad de género dentro del Sistema. En total, el CONACYT cuenta con 462 investigadores Eméritos y Eméritas. Este recono-

cimiento de por vida, se otorga desde 1984 a los científico(a)s que han hecho contribuciones significativas en sus campos en México.

En esta última convocatoria se otorgó esta distinción a la Dra. Estela Susana Lizano Soberón, investigadora del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Campus Morelia; al Dr. Gustavo Ramón Bruzual Alfonso, también del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, UNAM, Campus Morelia; al Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa, del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, Campus Morelia; y al Dr. Carlos Cervantes Vega, profesor e investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ENTÉRATE

Dr. Carlos Cervantes, primer científico nicolaita “Investigador Nacional Emérito”



El Dr. Carlos Cervantes Vega es profesor investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), quien ha dedicado su trabajo de docencia e investigación científica por más de 40 años y el pasado mes de marzo recibió el nombramiento de **Investigador Nacional Emérito**, la máxima distinción que otorga el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de nuestro país, por la calidad de su producción científica y aportaciones a la ciencia. El Dr. Cervantes obtuvo el título de Químico-Farmacobiólogo por la UMSNH, es Maestro en Ciencias en Genética y Biología Molecular por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) y es Doctor en Ciencias Bioquímicas por el Instituto de Biotecnología en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Es responsable del Laboratorio de Microbiología en el cual ha realizado diversas y significativas investigaciones sobre los mecanismos bacterianos de resistencia a metales pesados y el análisis de genes adaptativos presentes en plásmidos bacterianos.

Es miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias, ha sido reconocido en nuestro estado con el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología (2005) y por nuestra universidad con las siguientes distinciones: Presea Vasco de Quiroga (2018) y Profesor Emérito de la UMSNH (2018).

Para Saber Más del Dr. Cervantes, ingresa a esta liga de su entrevista otorgada a nuestra revista:

<https://www.sabermas.umich.mx/archivo/entrevista/158-numero-2033/313-dr-carlos-cervantes-vega.html>

ENTÉRATE

Presea Vasco de Quiroga a científicos nicolaitas



La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), cada año reconoce a prestigiosos nicolaitas que por su trayectoria o sus acciones dan realce a la vida y obra de Don Vasco de Quiroga, otorgando la **Presea Don Vasco de Quiroga**. Esta presea se entrega en las categorías de Trayectoria destacada en Docencia (bachillerato, licenciatura y posgrado), Trayectoria destacada en Investigación Científica o en Desarrollo Tecnológico, Trayectoria destacada en Promoción, Gestión y Difusión de la Cultura y las Artes, Trayectoria destacada en la Defensa de los Derechos Humanos, del Medio Ambiente o en actividades en beneficio de la sociedad michoacana, y Trayectoria destacada como trabajador administrativo y manual de la UMSNH.

La presea se entrega en una ceremonia cada primero de mayo que realiza el Máximo Órgano de Gobierno de la UMSNH, el H. Consejo Universitario. Este año, se realizó la entrega correspondientes a los años de 2020 y 2022. Por Trayectoria destacada en Docencia en Nivel Licenciatura 2022, a la Dra. Elia Mercedes Alonso Guzmán, profesora e investigadora de la Facultad de Ingeniería Civil, y por la Tra-

yectoria destacada en Investigación Científica o en Desarrollo Tecnológico, la presea fue recibida por el Dr. Omar Domínguez Domínguez de la Facultad de Biología (2020), Dr. Jesús Campos García del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas (2022) y Dr. Cuauhtémoc Sáenz Romero del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (2022).

Los profesores e investigadores nicolaitas han concedido entrevista para nuestra revista Saber Más, por lo que puedes acceder a estas para saber más de sus aportaciones a la docencia, ciencia y tecnología en nuestra universidad:

Dr. Jesús Campos García: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/entrevista/186-numero-2336/361-dr-jesus-campos-garcia.html>

Dr. Cuauhtémoc Sáenz Romero: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/entrevista/390-numero-45/732-dr-cuauhtemoc-saenz-romero.html>

Dra. Elia Mercedes Alonso Guzmán: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/entrevista/490-numero-55/954-dra-elia-mercedes-alonso-guzman.html>

Dr. Omar Domínguez Domínguez: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/entrevista/527-numero-59/1034-dr-omar-dominguez-dominguez.html>

ENTREVISTA

Dr. Francisco Javier Espinosa-García

Por: Rafael Salgado Garciglia



Es biólogo y maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y doctor en Biología (Ph. D.) por la Universidad de California en Santa Cruz, EE.UU. Es investigador científico titular del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM, campus Morelia. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Está interesado en ecología química de la defensa de las plantas, agroecología y ecología de las malezas y plantas invasoras.

Ha contribuido a la descripción y comprensión de la función de la diversidad de metabolitos secundarios de las plantas en la defensa vegetal,

conocimiento potencialmente útil en el control biológico y manejo de los agroecosistemas para el uso sustentable de xenobióticos. En cuanto a las malezas y plantas invasoras, elaboró manuales, catálogos y artículos científicos ampliamente utilizados por funcionarios gubernamentales, colegas académicos y estudiantes de Agronomía y Biología. Contribuyó en la *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación*, y al análisis de riesgo de las especies de plantas invasoras. Tiene 137 publicaciones, 104 revisadas por pares. Ha dirigido 26 tesis de licenciatura, cinco de maestría y ocho de doctorado. Asimismo, ha impartido más de 50

cursos en posgrado y licenciatura, principalmente en la UNAM.

¡Distinciones: Mención Honorífica en su tesis de licenciatura en el «Certamen Nacional de Tesis» en temas botánicos en el VIII Congreso Mexicano de Botánica, 1981. Premio a la mejor tesis a nivel doctorado otorgado por la Sociedad Mexicana de Micología el 18 de octubre de 1991. Reconocimiento anual «Efraín Hernández Xolocotzi» por sus aportaciones al conocimiento de las malezas otorgado por la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza, 1 de octubre de 1999. Estímulo PRIDE-UNAM nivel D.

Empezaré preguntando ¿Por qué estudiar las malezas?

Las malezas son acompañantes del ser humano, a veces no deseadas, pero las más de las veces utilizadas de varias formas. Por eso, se considera que deberían llamarse «buenezas», o de acuerdo con el lugar donde se les encuentra, «arvenses» si crecen en tierras de cultivo, «rude- rales» si crecen a la orilla de carreteras, caminos o lotes baldíos, o «malezas ambientales» si se desarrollan en lugares donde no predomina la influencia humana. Las plantas no deseadas en

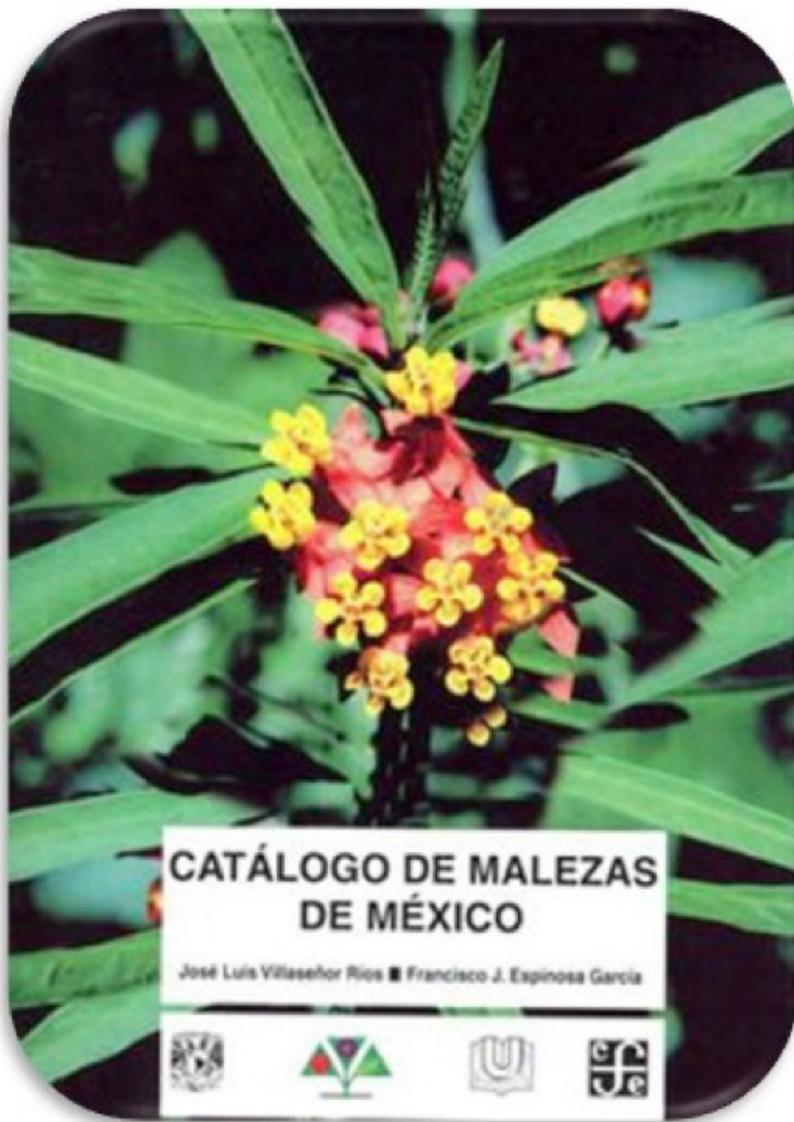
potreros, pasturas o pastizales, no tienen un apelativo específico y solo se llaman malezas.

El estudio de las malezas es interesante y relevante porque son importantes en la provisión de servicios ambientales de los agroecosistemas, por ejemplo, alimento, forraje, control de erosión, regulación de ciclos biogeoquímicos, polinización de cultivos, control de plagas y enfermedades de cultivos, fuente de plantas medicinales y para rituales. También algunas son usadas como plantas ornamentales. Aparte de lo que nos dan, son abundantes y pocas se extinguirían si se utilizaran intensivamente.

Hablemos de plantas invasoras ¿Exterminarlas, controlarlas o estudiarlas?

Las plantas invasoras son las introducidas que se han naturalizado y proliferado a tal extremo que causan daños ambientales o a los intereses humanos, incluyendo su salud. La entrada de plantas potencialmente invasoras que no están en México, no deben permitirse, por eso hay listas de especies prohibidas para el país. Cuando esas plantas entran —a pesar de todo— y empiezan a establecerse, deben detectarse rápidamente y ser exterminadas. El problema es que no





todas las plantas introducidas se vuelven invasoras, incluso algunas son útiles, por lo que hay que hacer análisis de riesgo a las especies introducidas en proceso de naturalización para determinar cuáles especies deben de ser controladas por medio de eliminación o contención. Cuando la planta invasora ocupa territorios extensos, es muy difícil o imposible erradicarla, por lo que hay que tomar medidas para mitigar el daño que causan. En todos los casos hay que estudiarlas para determinar cuáles son las mejores estrategias de prevención o manejo. Contestando tu pregunta, siempre hay que estudiarlas para determinar si hay que exterminarlas o controlarlas.

¿Cuáles plantas han tenido mayor interés en tus investigaciones y por qué?

Como grupo de plantas, han sido las malezas, pues buscamos encontrar patrones de distribución y abundancia que permita manejarlas

adecuadamente. En esa búsqueda de patrones, mi colega, el Dr. José Luis Villaseñor y yo, hemos producido un catálogo de malezas de México, una lista de especies introducidas en el país, incluyendo invasoras, y una revisión para todo el territorio sobre la biodiversidad y posible impacto de las especies invasoras en México.

Mis estudiantes y colegas también hemos estudiado la ecología química del aguacatero (*Persea americana*) en su relación con plagas y patógenos que lo atacan. Este estudio está dirigido a entender la función de la diversidad fitoquímica en las interacciones entre plantas y sus antagonistas (plagas y patógenos) para reducir el uso de plaguicidas sintéticos. Gran parte de la extensa variación fitoquímica se puede explicar por interacciones coevolutivas difusas entre las plantas y sus antagonistas, lo que ha producido una «carrera armamentista» entre ellos: las plantas producen metabolitos secundarios o nuevas mezclas de ellos que intoxican o repelen a los

antagonistas y estos (herbívoros y patógenos) producen maneras bioquímicas o conductuales que las anulan. Los productos de esa «guerra armamentista» son la base de la resistencia de las plagas y patógenos a los xenobióticos (antibióticos, plaguicidas y agentes quimioterapéuticos) que los humanos usamos para controlar a sus antagonistas.

El estudio de la diversidad fitoquímica siempre está acompañado por la descripción de los perfiles fitoquímicos, de metabolitos secundarios novedosos y de su actividad insecticida o farmacológica. Con respecto a eso, las plantas medicinales que más hemos estudiado, y que también pueden comportarse como malezas, son el árnica mexicana (*Heterotheca inuloides*) y el pericón o santa maría (*Tagetes lucida*).

¿Estas investigaciones hacia dónde están dirigidas?

Nuestras investigaciones han estado dirigidas a contribuir a la teoría de las interacciones biológicas intermediadas por metabolitos secundarios o la teoría de las invasiones bióticas. El conocimiento que hemos generado puede ser útil en el manejo sustentable de agroecosistemas, al descubrimiento de moléculas útiles en farmacología o en sistemas agropecuarios o al manejo de malezas y plantas invasoras.

¿Qué aportes consideras los más importantes?

Los aportes más importantes han sido la descripción de la diversidad y distribución de malezas nativas e introducidas en México y las pruebas de hipótesis sobre la función de la diversidad fitoquímica en la protección de las plantas contra sus herbívoros y patógenos.

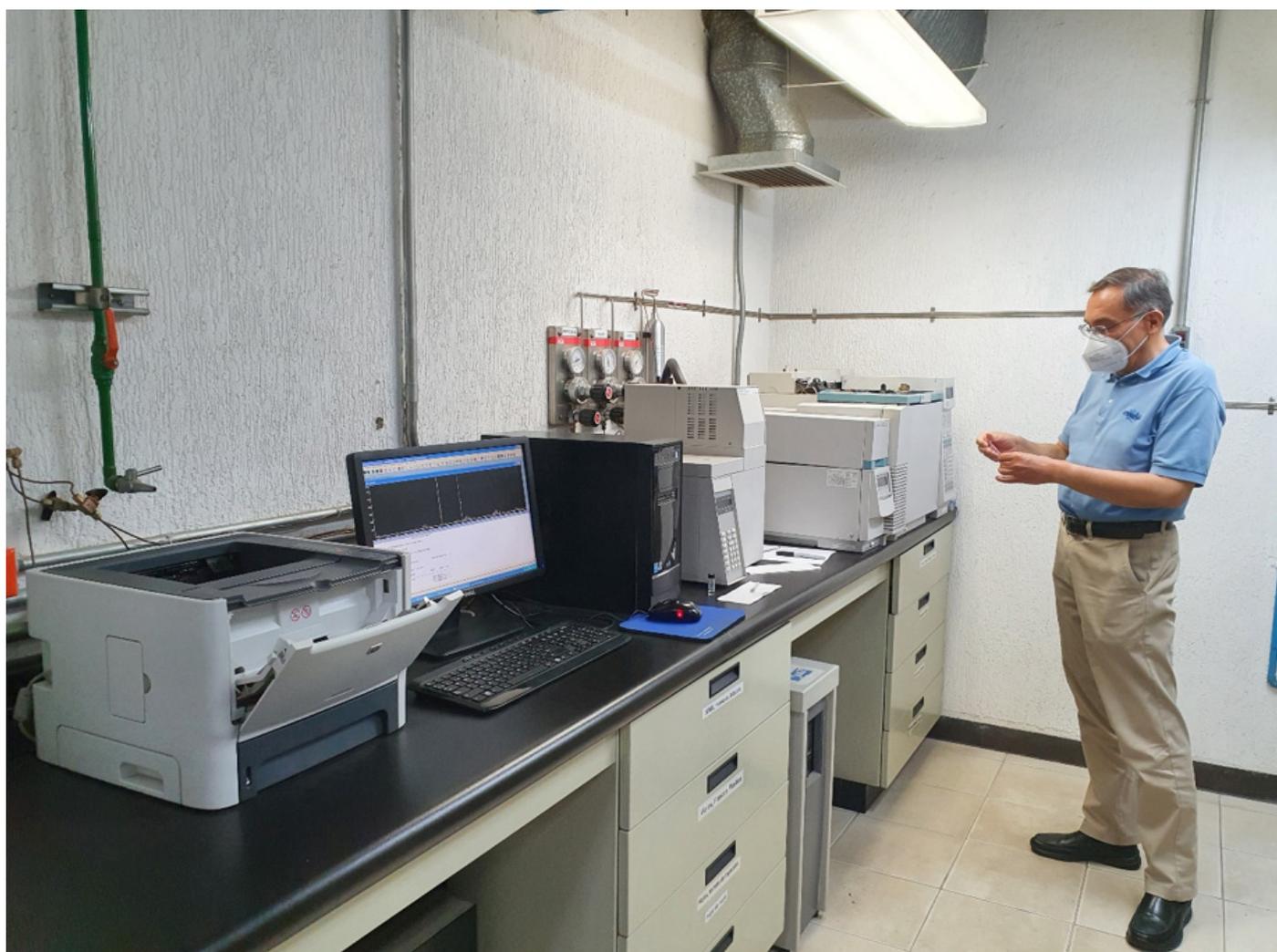
¿Puedes hablarnos sobre tus investigaciones acerca de la resistencia a los xenobióticos?

El estudio de la diversidad fitoquímica nos ha llevado a la búsqueda de inhibidores de resistencia a xenobióticos como los antibióticos,

plaguicidas y agentes quimioterapéuticos. La resistencia a xenobióticos es uno de los problemas más importantes para la salud humana y ambiental, por lo que queremos contribuir al manejo sustentable de esas sustancias mimetizando la manera en que las plantas se defienden de sus enemigos por medio de mezclas de metabolitos secundarios. Así, recientemente encontramos una combinación de cuatro compuestos del aceite esencial del pericón que inhibe la resistencia a antibióticos de dos bacterias multirresistentes a antibióticos.

¿Qué puedes decirnos a los interesados en plantas silvestres de México? ¿Hay mucho qué estudiar?

México tiene más de 23 000 especies de plantas silvestres y pocas de ellas se han estudiado desde el punto de vista fitoquímico; en cuanto a las malezas, tenemos cerca de 2 500 especies, muchas de las cuales se usan en medicina tradicional, pero la mayoría tampoco ha sido estudiada.





Un estudiante, futuro científico mexicano ¿Qué carrera debe estudiar para realizar investigaciones con este tipo de plantas?

Hay varias carreras con las que se pueden estudiar diferentes aspectos de ecología química: Biología, Ecología, Química, Farmacobiología, Bioquímica. La ecología química es multidisciplinaria, así que quien se interese en entender la regulación de las interacciones biológicas por medio de metabolitos secundarios, debe entender muchos aspectos de distintas carreras.

Finalmente, ¿cuál es tu opinión sobre la divulgación de la ciencia en México y en particular sobre la labor de las revistas de divulgación científica como *Saber Más*?

La divulgación científica es esencial en el fomento de vocaciones científicas en la niñez y adolescencia; también es muy importante en la

educación científica de la sociedad en general. Revistas como *Saber Más* hacen una excelente labor acercando el fascinante mundo de la ciencia a la población en general.

¿Algo más que quieras decirnos?

Le deseo a *Saber Más* que continúe con su excelente labor por muchos años.

ARTÍCULO

Fitoquímicos bioactivos en el control de la obesidad

Pedro Alberto Romero Juárez y Omar Guzmán Quevedo



Pedro Alberto Romero Juárez. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y de la Salud, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 1240855x@umich.mx

Omar Guzmán Quevedo. Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro-Tecnológico Nacional de México, Tacámbaro, Michoacán, México. omar.gq@tacambaro.tecnm.mx

La obesidad es el principal problema de salud pública global, pues aqueja a gran parte de la población. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como una **acumulación anormal de tejido graso** que puede ser perjudicial para la salud. Más que un problema estético, lo delicado de la obesidad se debe a su estrecha relación con otros problemas de salud como son colesterol y triglicéridos elevados, hipertensión, cardiopatías y diabetes mellitus; además, se ha relacionado con depresión, apnea del sueño, infertilidad y algunos tipos de cáncer. La reciente pandemia causada por

el virus SARS-CoV2, ha mostrado claramente que la obesidad y sus comorbilidades son un factor importante en el desarrollo del síndrome respiratorio. **En México**, la obesidad y enfermedades relacionadas representan la **principal causa de muerte**.

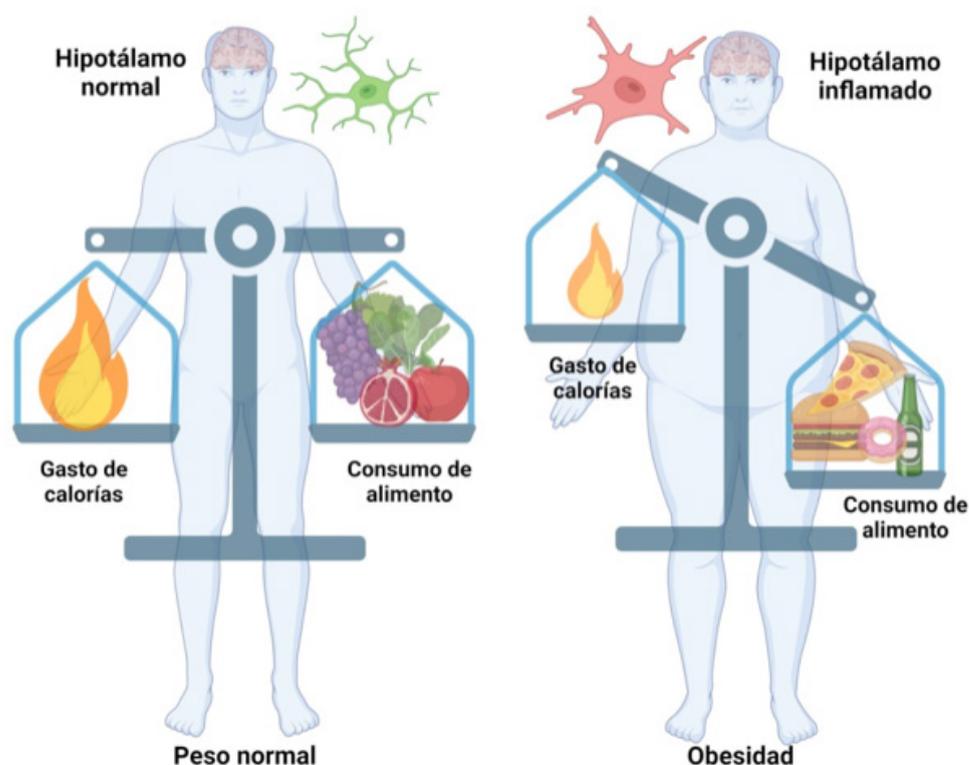
Aunque el desarrollo de la obesidad se debe a muchos factores, se conoce que comienza por una **alteración del balance energético**, esto es, por un consumo de calorías (provenientes de los alimentos) superior a las que gasta el organismo. En condiciones normales de alimentación, es decir, con un consumo adecuado de vegetales, el balance energético es mantenido por la actividad del hipotálamo, una estructura del cerebro; sin embargo, cuando se consumen alimentos con alto contenido de grasas, esta actividad se ve fuertemente dañada, con lo que se da inicio al desarrollo de la obesidad. Este daño es causado por la activación de **células de defensa del cerebro llamadas microglías**, las cuales producen una inflamación hipotalámica y el consecuente desbalance energético.

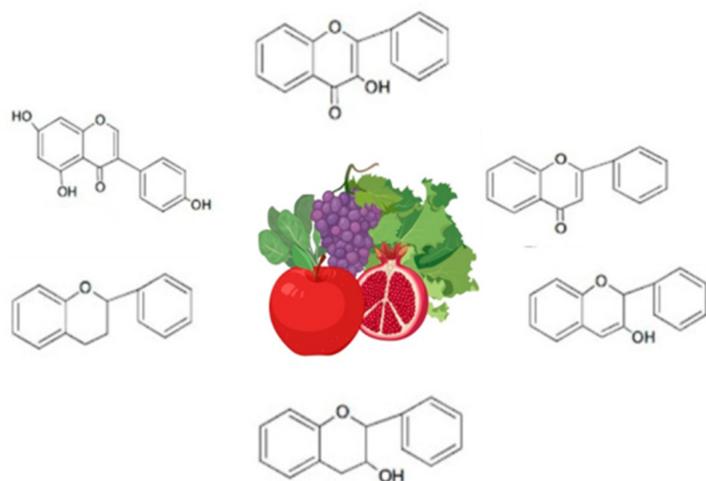
El alto consumo de dietas con exceso de grasas observado en la alimentación moderna, se acompaña con un bajo consumo de vegetales, los cuales son indispensables para la salud, ya que poseen compuestos específicos conocidos como **fitoquímicos bioactivos, capaces de mejorar el estado de salud**. Por lo tanto, el bajo consumo de vegetales, y por ende de fitoquímicos bioactivos,

podría ser la principal causa de desarrollo de obesidad. Entre estos fitoquímicos, algunos compuestos vegetales como los polifenoles han atraído la atención de la comunidad científica en el campo de la obesidad, debido a sus propiedades antiinflamatorias y metabólicas. Se ha mostrado que polifenoles como el resveratrol, la quercetina y el kaempferol, promueven un efecto antiinflamatorio hipotalámica y aporta beneficios metabólicos en casos de obesidad y diabetes mellitus.

La obesidad, un problema creciente en países en desarrollo

México y América Latina son un mundo de contrastes. Por un lado, existe un problema de desnutrición y, por otro, un aumento alarmante de la prevalencia de obesidad. Dicho padecimiento está creciendo de forma descontrolada: la Organización de las Naciones Unidas (ONU) contabiliza 3.6 millones de nuevos casos de obesidad en la región de América Latina por año, siendo **México** uno de los países más afectados por este padecimiento, pues ocupa el **segundo lugar en obesidad en adultos y el primero en obesidad infantil**, no solo de la región, sino del mundo. Esto es, en parte, el resultado de una desigualdad social e influencia de la alimentación moderna que promueven el consumo de alimentos altamente procesados, con alto contenido calórico y bajo contenido de vegetales.





Hi- potálamo, e I «centinela» del peso corporal

La regulación del balance energético se lleva a cabo en el cerebro donde diferentes circuitos neuronales trabajan de manera sincronizada. La estructura cerebral responsable de esto es el hipotálamo, donde se encuentran poblaciones de neuronas que detectan información nutricional proveniente de señales hormonales (leptina, insulina y grelina) y nutrientes (glucosa, ácidos grasos y aminoácidos) del intestino, tejido adiposo, hígado, entre otros tejidos u órganos. Esta información es integrada en el núcleo arqueado del hipotálamo, donde se toma la decisión de comer o no comer, de ahorrar o gastar energía. Por lo tanto, **la comunicación del hipotálamo con los tejidos periféricos es de suma importancia para la conservación del peso corporal**. Las microglías en el hipotálamo responden de manera inmediata a insultos nutricionales ocasionados por las dietas altas en grasa, generando una inflamación que compromete el balance energético, llevando a una destrucción o alteración del funcionamiento de las neuronas encargadas de regular el balance energético, impidiendo al cerebro decidir cuándo iniciar o parar de comer, y cuándo gastar o ahorrar energía.

Dietas con alto contenido en grasa, una «bomba» inflamatoria al hipotálamo

Como se mencionó, el balance energético y conservación del peso corporal son finamente regulados por el hipotálamo, función que se ve severamente afectada por el consumo de dietas ba-

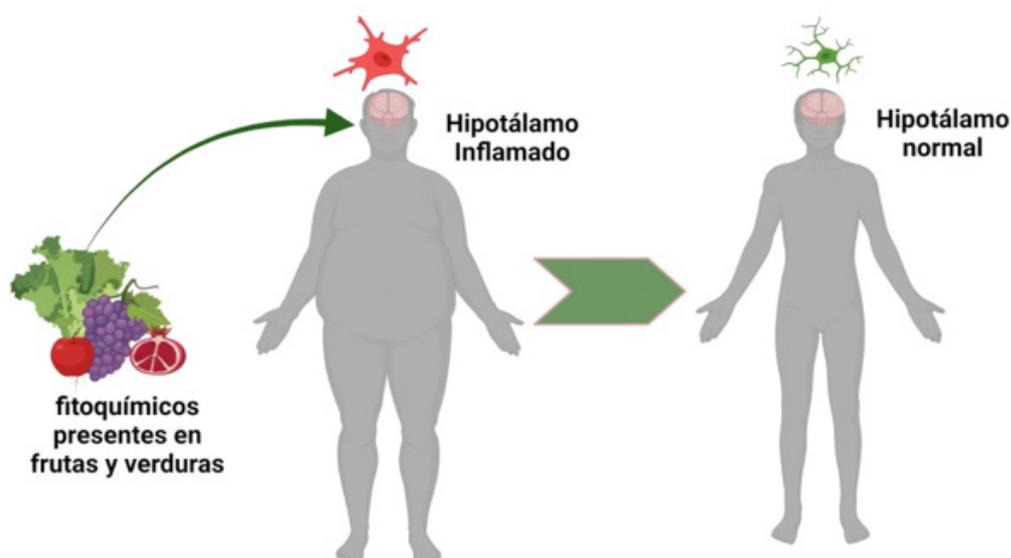
sadas en alimentos altamente procesados y con un alto contenido calórico procedente de grasas saturadas. Dichas dietas activan la respuesta inmune del cerebro, en pocas palabras, células microgliales entran en juego para combatir la filtración de las grasas al hipotálamo; sin embargo, si el ataque persiste, se instalará un cuadro severo de inflamación. Es importante mencionar que **la inflamación hipotalámica lleva a la inflamación sistémica y posterior desarrollo de la obesidad**, posicionándose como el origen de esta enfermedad.

Fitoquímicos bioactivos, reguladores del metabolismo y la inflamación

Los **fitoquímicos** son compuestos producidos por las plantas como metabolitos secundarios y se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, de tal manera que están presentes en frutas, verduras, plantas usadas en la medicina tradicional y en algunas bebidas como el vino, café y té. Estos pueden ser **clasificados en terpenoides, alcaloides y polifenoles** como los ácidos fenólicos y los flavonoides, entre otros más. Muchos de estos compuestos actúan en el organismo como excelentes agentes antioxidantes; asimismo, varios estudios han mostrado sus beneficios en la inflamación y el metabolismo, dos condiciones de la obesidad.

En particular, se ha mostrado que el **flavonoide quercetina** reduce la inflamación hipotalámica y mejora el estado de obesidad, a través de una reducción del peso corporal, de la dislipidemia y una mejor tolerancia a la glucosa. De igual forma, se ha estudiado la capacidad del **flavonoide kaempferol** (compuesto altamente presente en vegetales como el nopal, jengibre, ajo y toronja, principalmente) de regular el balance energético. Se ha observado también que este compuesto reduce el grado de inflamación hipotalámica y promueve mejoras metabólicas. Interpretando estos datos, podemos suponer que varios fitoquímicos bioactivos, principalmente de tipo flavonoide, tienen los mismos beneficios.

Fitoquímicos bioactivos como anti-inflamatorios hipotalámicos para la obesidad



La obesidad es un problema de salud pública que requiere de tratamientos efectivos de manera urgente; los desarrollados hasta ahora, han tenido poca efectividad a largo plazo o han presentado efectos secundarios indeseados. La obesidad se desarrolla a partir de una inflamación en el hipotálamo, la cual rompe el balance energético; por esta razón, es necesario desarrollar estrategias terapéuticas enfocadas en la reducción de dicha inflamación. En este sentido, los fitoquímicos bioactivos como **los flavonoides, surgen como candidatos interesantes para tratar la obesidad**, debido a su capacidad de reparar la inflamación en el hipotálamo y de mejorar el metabolismo.

Los compuestos de origen natural presentan un potencial terapéutico para controlar la obesidad

y sus enfermedades asociadas como la diabetes, e incluso otras enfermedades causadas por una inflamación cerebral. Sin embargo, es importante mencionar que dichos compuestos son altamente inestables químicamente, por lo cual es importante seguir estudiando la forma correcta de prepararse, conservarse y consumirse para evitar su degradación y, por ende, conservar su actividad biológica. Cabe mencionar que, dada su amplia distribución en el reino vegetal, puede ser una **estrategia terapéutica de bajo costo** en comparación con los tratamientos actuales. Además, siendo compuestos naturales, se reduce el riesgo de efectos secundarios en los pacientes.

Todas las figuras presentadas en este artículo fueron elaboradas con BioRender.com



Alayón A.N., Rivadeneira A.P., Herrera C., Guzmán H., Arellano D. y Echeverri I. (2018). Impacto metabólico e inflamatorio de una comida rica en grasas saturadas y su relación con la obesidad abdominal. *Biomédica*, 38, 93-100.
<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3911/3916>

García-Díaz D.F., Reyes-Farías M. y Ovalle-Marín A. (2014). Compuestos bioactivos e inflamación ligada a obesidad. *Rev. Chil. Endocrinol. Diabetes*, 7(1), 21-24.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/nutricion/arti->

[cle/view/19001/16228](https://doi.org/10.1080/1028415X.2021.1891614?scroll=top&needAccess=true)

Lacerda D.C., Urquiza-Martínez M.V., Manhaes-de-Castro R., Visco D.B., Derosier C., Mercado-Camargo R., Torner L., Toscano A.E. y Guzmán-Quevedo O. (2021). Metabolic and neurological consequences of the treatment with polyphenols: a systematic review in rodent models of noncommunicable diseases. *Nutr Neurosci*, 2, 1-17.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1028415X.2021.1891614?scroll=top&needAccess=true>

ARTÍCULO

Alicia y el país de los enteógenos

Gerardo Solís González y María Carmen Bartolomé Camacho



Gerardo Solís González. Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Biotecnología Alimentaria, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
gerardo.solis@umich.mx

María Carmen Bartolomé Camacho. Profesor-Investigador Titular del Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
carbarcam@hotmail.com

A través de los tiempos, la curiosidad de los humanos ha jugado un papel muy importante en su evolución. Ejemplo de ello es el **descubrimiento de sustancias** encontradas en el ambiente provenientes de microorganismos, animales y plantas, con propiedades para modificar las funciones de quienes las consumen y con distintos fines. A estas sustancias las conocemos como drogas.

Es importante señalar que existen diferentes tipos, por ejemplo, las **terapéuticas** que son parte esencial de los medicamentos, o las **de abuso** que son sustancias de uso no médico con efectos psi-

coactivos. Es decir, estas sustancias son capaces de producir cambios en la percepción, estado de ánimo, conciencia y comportamiento de quienes las ingieren, y son denominadas enteógenos, de las que precisamente les hablaremos en este artículo.

Drogas de abuso

Las drogas de abuso han jugado un papel importante en los humanos y en otras especies animales. Existen las drogas con «estatus legal», como el alcohol o el tabaco, y las de «estatus ilegal», como la marihuana, dietilamida de ácido lisérgico (LSD), cocaína, entre otras más. La cultura psicodélica del siglo XX, iniciada en los años 60 con el movimiento hippie y continuada en las décadas de los 70 y 80, trajo el LSD, incluso en nuestros días, las drogas recreativas siguen siendo un lugar común de abuso de drogas ilegales. A lo largo de la historia, las drogas han repercutido en la pintura, poesía, así como en obras literarias, teniendo un claro exponente con los libros de Lewis Carroll: *Alicia en el país de las maravillas* (1865) y *Alicia a través del espejo* (1871).

Pero, ¿cómo es que Lewis Carroll obtuvo la inspiración para relatar en sus obras los efectos de varias drogas de abuso? Y, ¿cuáles son estas sustancias y su comportamiento?

Charles Lutwidge Dogson fue un inglés polifacético del siglo XIX: escritor, fotógrafo, mate-

mático, lógico, diácono anglicano y profesor de la Universidad de Oxford. Es más conocido por su heterónimo literario, como **Lewis Carroll**. De acuerdo con sus biógrafos, este brillante personaje escondía dos personalidades opuestas: la del profesor con una fría inteligencia y la del escritor con una imaginación delirante, algo que en sus obras parece reflejar realidad y fantasía de manera muy sutil, tanto que es considerado el **padre de la literatura nonsense** (sin sentido).

Una serie de traumas de la niñez, como ser zurdo en una época en que aún era visto como una condición que se tenía que corregir, o el hecho de tener padecimientos como tartamudez, sordera del oído derecho, artritis y migraña crónica, llenaron de dolor físico y emocional a Carroll quien, para tratar de mitigar el dolor, utilizaba láudano, un medicamento común de la época compuesto por vino blanco, opio, azafrán y otras especias como clavo y canela que, bebido en grandes dosis, producía efectos psicotrópicos. No se descarta que el autor de *Alicia* escribiera dichas obras bajo el efecto de este brebaje, donde, a través de sus personajes, contemplamos los efectos de conocidas drogas alucinógenas.

Comenzaremos con la pócima. ¿En qué consiste el láudano y por qué tiene efectos psicotrópicos?

El término láudano fue acuñado en el siglo



The Clinic, 2015.



Danzeria Mag, 2012.

XVI por el alquimista Paracelso. Antiguamente, a nivel farmacológico, se le daba el nombre de láudano al opio y a los diferentes preparados que se hacían a partir de él, y **se usó como terapia para todo tipo de dolor** que aquejara al humano, desde los primeros dolores de un bebé por la salida de los dientes hasta aquellos provocados por el cáncer y otras enfermedades terminales. También se usaba para adormecer, tratar la ansiedad, la diarrea y para eliminar la tos en todo tipo de procesos, desde una simple gripe hasta una tuberculosis.

En realidad, era una tintura alcohólica del opio extraído de la amapola (*Papaver somniferum*), la cual contiene más de 20 alcaloides diferentes. Los que conformaban el láudano eran principalmente la morfina y, en menor grado, codeína y narcotina, todos grandes depresores del Sistema Nervioso Central a través de su agonismo en los receptores μ (Mu) implicados en la analgesia y los efectos psicoactivos. De forma genérica, la consecuencia del acoplamiento de opioides a sus respectivos receptores, es una clara inhibición de la activi-

dad bioeléctrica de la neurona y, en la terminación nerviosa, una reducción de la capacidad para liberar el neurotransmisor debido a la apertura de los canales de potasio. Los receptores opioides representan el sustrato neurobiológico común que media las propiedades reforzadoras de la mayoría de las sustancias adictivas de abuso, así como la dependencia física.

Resulta curioso el hecho de que existía una versión de láudano sin narcotina que, paradójicamente, no tiene propiedades narcóticas y solo provoca molestias estomacales y vómitos. Algunas de las propiedades de los demás alcaloides es que producen analgesia e hipnosis, sedación y euforia.

Ahora sí, pasemos a averiguar cuáles son los efectos de las drogas mencionadas en los escritos de Carroll y su acción

Algunos detalles presentados en los relatos de los primeros capítulos de los libros mencionados, indican transformaciones en Alicia, por ejemplo, de tamaño al ingerir dulces, bebidas o un trozo

de hongo que le hace crecer unos cuantos centímetros. «Un lado te hará crecer y otro menguar», le dice la Oruga a Alicia; es decir, al morder el sombrero del hongo la haría crecer mientras que al morder el tallo la haría encoger. Estas propiedades se describen en *ciertos hongos* que, al comerse, **ocasionan alucinaciones relacionadas con el tamaño y las distancias**. Casi todos los alucinógenos contienen nitrógeno y se clasifican dentro de los alcaloides, muchos también tienen una estructura química similar a la de los neurotransmisores naturales (por ejemplo, parecida a la de la acetilcolina, la serotonina o la catecolamina).

Las investigaciones indican que estas drogas actúan, por lo menos parcialmente, interfiriendo de manera temporal con la acción del neurotransmisor o ligándose a los sitios de sus receptores. Por ejemplo, la *Amanita muscaria* que contiene muscimol (agonista de receptores GABA del cerebro) y el ácido iboténico (agonista de los receptores glutámicos del cerebro), es un hongo que produce macropsia y micropsia, un trastorno neurológico también llamado «**Síndrome de Alicia en el país de las maravillas**» que altera la visión de las proporciones de las cosas. También está ligado con drogas psicoactivas como el LSD, una de las sustancias químicas más potentes que alteran el estado de ánimo y que se fabrica a partir del ácido lisérgico que se encuentra en el cornezuelo, un hongo que crece en el centeno y otros granos, y que estimula receptores 5-HT_{2A} de células piramidales neocorticales, provocando alucinaciones visuales, auditivas y táctiles (*trip* o viaje).

En otra parte del texto se menciona a la Oruga tumbada en el sombrero de un hongo, quien fuma de su misterioso narguile (pipa oriental), bosteza y habla a Alicia con voz lánguida y soñolienta. Este insecto puede representar al fumador de opio, ya que en la época victoriana esta sustancia era legal. Los **opiáceos** interactúan con los receptores Mu (μ), Delta (δ) y Kappa (κ), produciendo un estado de **analgesia y sensaciones de felicidad y tranquilidad**, pero al terminar su efecto, produce síndrome de abstinencia con efectos como **depresión, náuseas o diarrea**. En la adaptación al cine de esta obra literaria, Disney ilustró efectos visuales como los anillos multicolores que exhalaba la oruga en forma de letras y objetos.

El Conejo Blanco es el segundo personaje que aparece en el primer capítulo de *Alicia en el país de las maravillas*. Tiene una vestimenta caracterizada por una chaqueta y chaleco, además de un reloj de bolsillo que lleva en la mano y, curiosamente, siempre lleva prisa. La rapidez de este pequeño mamífero se ha convertido en una metáfora popular: seguir al Conejo Blanco, que significa seguir algo o a alguien ciegamente y cuya persecución desenlaza en aventuras y también con la toma de metanfetaminas, que aumentan la cantidad de dopamina en el cerebro, una amina biógena secretada sobre todo, en este caso, en la zona tegmental ventral del cerebro, responsable de las adicciones.

Además, **las metanfetaminas inhiben la recaptación de serotonina** (la hormona del placer) y actúan como simpaticomiméticos, productores de **efectos estimulantes en la vigilia, incrementan la actividad física**, producen taquipnea, taquicardia, así como aumento de la presión arterial y la temperatura. Esta droga provoca desinhibición y, a largo plazo, pérdida excesiva de peso, adicción, comezón intensa, ansiedad, pérdida de la memoria, paranoia y alucinaciones.

¿Existen aún más sustancias en este texto?

Claro, otra de ellas es la **cocaína**. Alicia bebe una taza llena de azúcar que, emulando esta droga, provoca la disminución de la permeabilidad al sodio de los nervios y la potenciación de las catecolaminas; es decir, de nuevo el sistema simpático ejerciendo sus síntomas de **euforia, energía, desinhibición y alerta mental**. Algunos consumidores sienten que la droga les ayuda a realizar más rápido algunas tareas simples, tanto físicas como intelectuales.

¿Y la hiperactividad del Sombrero Loco?, ¿también andarán sueltas estas catecolaminas?

No, esta es otra curiosa historia debida a la toxicología. A mediados del siglo XIX, en Inglaterra, a los fabricantes de sombreros se les veía como gente alocada y un poco chiflada. De hecho, allí existe la expresión «Mad as a hatter» (loco como un sombrero), pero lo cierto es que el origen de esta locura radicaba en su trabajo, ya que utilizaban compuestos de mercurio, uno de los metales pesados más tóxicos. Con estos compuestos se trataban quími-

camente las pieles de castor usadas en la gama alta de sombreros, o de conejo para aquellos más baratos. Los pobres sombrereros trabajaban en talleres mal acondicionados, sin apenas ventilación, respirando constantemente vapores tóxicos de mercurio. En la actualidad, sabemos que una larga exposición a este metal provoca **hidrargirismo**, una enfermedad que se caracteriza por **graves efectos neurológicos**, pues este metal se distribuye unido a los eritrocitos y se acumula en nervios periféricos, además de en el cerebro, riñón y testículos, al final, la visión queda afectada junto al habla y la coordinación, hay problemas con la memoria, llegando a convulsiones y, en grandes exposiciones, a la muerte. Lewis Carroll nació en Daresbury, cerca de Manchester, al norte de Inglaterra, y no lejos de Stockport, una de las localidades más ligadas a la producción de sombreros, así que no debía desconocer el carácter de quienes los fabricaban.

A lo largo del relato, varios personajes tienen interacción con el humo, se «dan un toque», aunque la referencia más clara viene dada por las flores parlantes, cuyo adalid se presenta en

el idioma original como «Weed», apodo en inglés de la **mota** (marihuana). Los receptores cannabínicos del cerebro son esta vez los responsables de esa **sensación de felicidad, relajación o euforia**, pero también lo son de una **disminución de la coordinación**, mareos y percepción distorsionada del tiempo y el hambre, los ojos rojos y **cierta psicosis** (ver u oír cosas que no son reales).

Sea cual fuere el estado en que Carroll encontró la inspiración para las aventuras de *Alicia* o el impacto de las drogas en la cultura, es importante no olvidar que hay que tener cuidado con estas sustancias, ya que además de alterar la percepción y producir el típico efecto de expansión de los sentidos, muchas veces **inhiben el instinto de auto-protección** y de nada vale sentir euforia por unos minutos, si realmente puedes acabar con tu vida.



Abuso de sustancias. (2021). Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/abuso-sustancias>

Magro, E. (2012). Drogas y psicopatías en «El País de las Maravillas». **ABC**. https://www.abc.es/cultura/abci-drogas-psicopatias-alicia-carroll-201209010000_noticia.html?ref=ht-

[tps%3A%2F%2Fwww.google.com.mx%2F](https://www.google.com.mx%2F) Sustancias de abuso habitual. (2021). National Institute on Drug Abuse. <https://www.drugabuse.gov/es/informacion-sobre-drogas/sustancias-de-abuso-habitual>

ARTÍCULO

¡Más músculo, menos grasa!

Jesús Alejandro Hernández Jaramillo y Elizabeth Sánchez Duarte



Jesús Alejandro Hernández Jaramillo. Estudiante de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y Salud, Universidad de Guanajuato, Campus León.

alejandro787352@gmail.com

Elizabeth Sánchez Duarte. Profesor Asociado A Tiempo Completo, Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo, Universidad de Guanajuato, Campus León.

elizabeth.sanchez@ugto.mx

Es posible dividir al cuerpo humano en masa libre de grasa (músculos, huesos, piel y órganos) y masa grasa, la cual está formada por un conjunto de células conocidas como adipocitos, que en acumulación excesiva puede ocasionar obesidad y sobrepeso, esto conlleva a enfermedades como diabetes mellitus e hipertensión arterial. En este artículo explicamos como el entrenamiento de fuerza, debidamente planificado y supervisado, incrementa la masa muscular, su impacto en niveles de la grasa corporal y, por ende, como repercute en el estado de salud del individuo.

¿Qué es la grasa corporal y cuál es su relación con enfermedades metabólicas?

La grasa corporal o lípidos del cuerpo se pueden dividir en dos: la grasa corporal esencial y la grasa de almacenamiento. La primera, como su nombre lo indica, es esencial para la vida, mientras que la segunda, es la grasa que se acumula en diferentes depósitos del cuerpo (brazos, glúteos, caderas, muslos, piernas, zona pectoral y zona abdominal) y que no nos gusta cuando hay un excedente. Sin embargo, también tiene su lado bueno, pues sirve como reserva de energía, aislante térmico y de protección a los órganos vitales. No obstante, todo con exceso termina siendo un problema, por lo que debemos cuidar los niveles de la grasa corporal de almacenamiento.

Cuando la grasa corporal se incrementa, las personas tienen sobrepeso y obesidad. Esta acumulación de grasa tiene dos causas principales: la primera, el **sedentarismo**, es decir, la poca actividad física de las personas; y la segunda, el **elevado consumo de grasas** que se encuentran en alimentos ultra procesados. Los órganos vitales como el corazón, hígado, páncreas, riñón y músculo, pueden ser dañados por los altos niveles de grasa corporal, debido a que alteran procesos fisiológicos como la acción de la insulina, lo que provoca que se genere resistencia a la misma. Otras afectaciones son la elevación de la presión arterial, alteraciones en los niveles del colesterol bueno y malo, incremento en las concentraciones de glucosa en sangre y el creci-

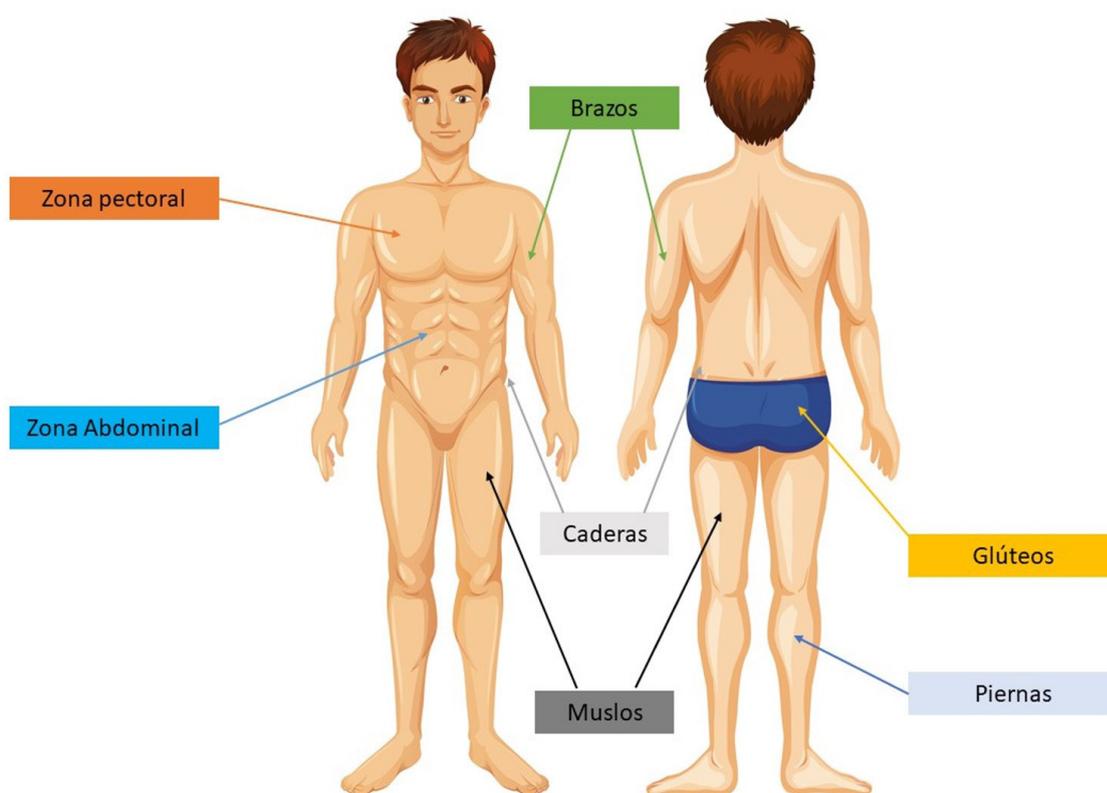
miento del diámetro de la cintura abdominal. Todos estos efectos son criterios de diagnóstico altamente relacionados con el **desarrollo de enfermedades metabólicas** como el síndrome metabólico, diabetes mellitus, hígado graso, hipertensión arterial y dislipidemia (elevada concentración de lípidos en la sangre).

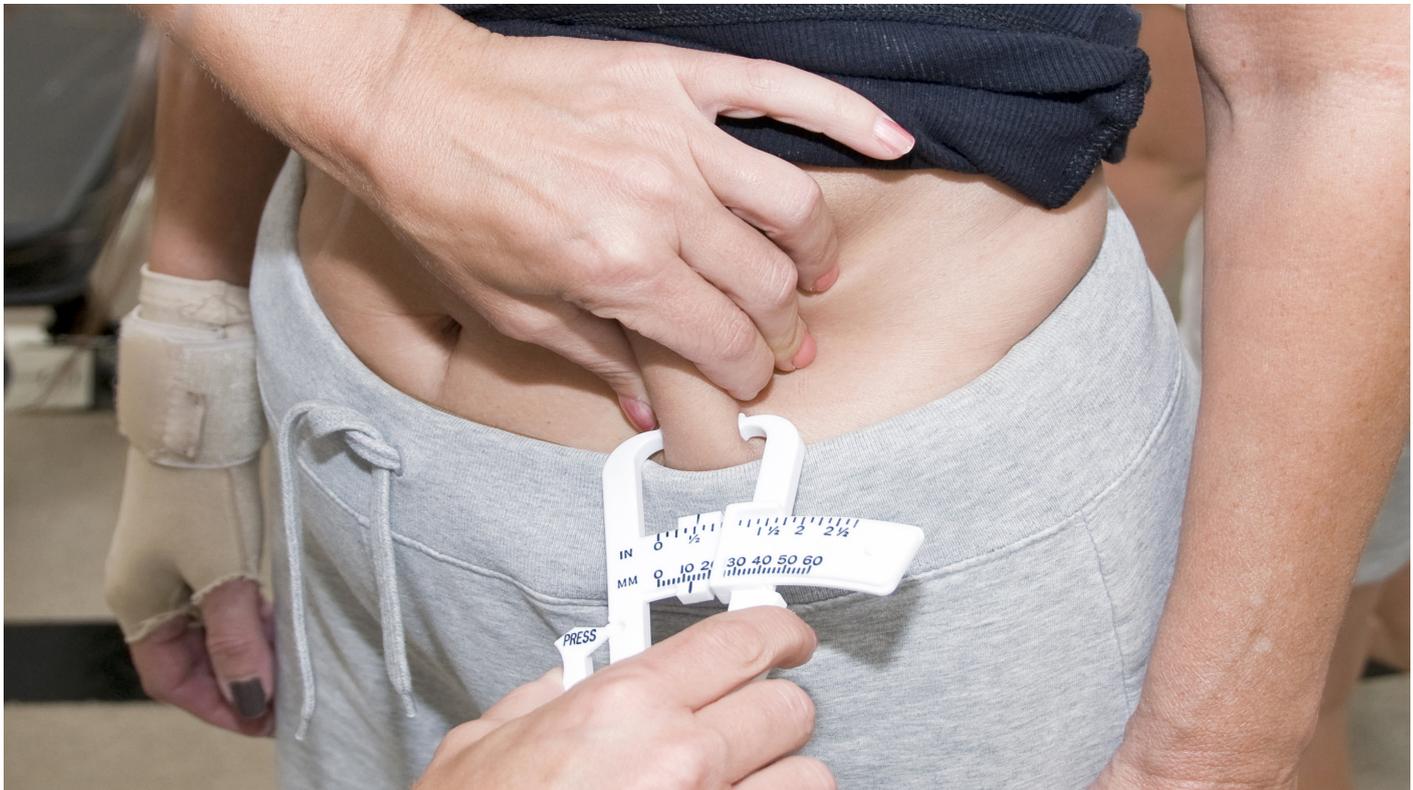
¿Qué es el entrenamiento de fuerza y cómo se relaciona con el aumento de músculo?

En primer lugar, te explicaremos dos conceptos: **actividad física** y ejercicio. El primero se refiere a cualquier movimiento del cuerpo que hace trabajar a los músculos y requiere de mayor energía de cuando el cuerpo está en reposo. El **ejercicio**, por su parte, se define como una actividad planificada, estructurada y repetitiva que busca un objetivo o meta. Una vez comprendidos estos conceptos, podemos entender lo que significa el **entrenamiento de fuerza**: es una planificación de ejercicios basados en el uso de resistencias como son las pesas o el propio peso corporal. La finalidad de este entrenamiento es **estimular el músculo para desarrollar una serie de adaptaciones fisiológicas** que conllevan al aumento de masa muscular y, por consiguiente, mejorar la capacidad física y la fuerza del individuo que realiza este tipo de entrenamiento.

¿Qué son los músculos?

Los músculos cumplen cuatro funciones principales:





1. **Movimientos** corporales como caminar;
2. **Estabilización** de posiciones del cuerpo como el estar sentado o parado;
3. **Generación** de calor a través de contracciones;
4. **Movilización** de sustancias.

Las casas o edificios son construcciones conformadas por diversos materiales como ladrillos, varillas de hierro y cemento, de igual forma, los músculos son estructuras constituidas por diferentes componentes: proteínas como actina y miosina, agua, carbohidratos, lípidos, iones, entre otras moléculas. Si comparamos los músculos con una construcción, podemos imaginar que los ladrillos de una pared son semejante a las proteínas de los músculos.

Entonces, ¿cómo construimos músculo a través del entrenamiento de fuerza?

Cuando realizamos una sesión de entrenamiento de fuerza como sentadillas, lagartijas, plancha o levantamiento de pesas, se presentan tres factores en los músculos: tensión, estrés y daño muscular; dichos factores ocasionan una ruptura de miofibrillas hechas de ladrillos, es decir, de las proteínas actina y miosina. Esta ruptura provoca una respuesta inflamatoria, por lo que, este tejido se verá obligado a reparar el daño muscular a través del desarrollo de un proceso de adaptación conocido como hipertrofia.

La **hipertrofia** se puede definir como el **crecimiento de masa muscular** debido al agrandamiento de fibras preexistentes del músculo, esto conlleva a desarrollar una mayor fuerza y resistencia a la fatiga, favoreciendo además el aumento de la producción de hormonas relacionadas con la ganancia de músculo, tales como la testosterona y la hormona del crecimiento.

¿Cómo se mide el porcentaje de músculo y grasa?

Los especialistas de la salud, como los nutricionistas o activadores físicos, utilizan principalmente dos métodos para calcular los porcentajes de grasa corporal y músculo. Uno es la **plicometría**, que se basa en la obtención de pliegues cutáneos que reflejan con precisión la grasa subcutánea, un procedimiento que se lleva a cabo utilizando una herramienta llamada plicómetro. El segundo método es la **impedancia bioeléctrica**, que se determina a través de una báscula o monitor de composición corporal que mide los niveles de grasa corporal y masa libre de grasa.

Flexibilidad metabólica en la pérdida de grasa corporal

Para que un automóvil pueda desplazarse de un sitio a otro, necesita una fuente de combustible como lo es la gasolina. El cuerpo humano funciona de la misma manera, es decir, requiere combustible



para poder realizar actividades como caminar, correr, levantar objetos,

etc.

Para ello, cuenta principalmente con

tres fuentes de energía: glucosa, ácidos grasos y proteínas provenientes de los alimentos que consumimos, pero ¿Cómo decide el cuerpo que fuente de energía utilizar? Nuestro cuerpo cuenta con un mecanismo denominado **flexibilidad metabólica**, que contribuye a responder de forma rápida a una demanda energética para realizar alguna activi-

dad. Existen diversos factores que influyen en esta flexibilidad: **composición de la dieta, frecuencia de la alimentación y el entrenamiento físico** que realiza el individuo. Este último factor es determinante para que exista un balance en el consumo, disponibilidad y almacenamiento de combustibles energéticos. En este sentido, la práctica regular de ejercicio físico es esencial para mantener la flexibilidad metabólica, pues así se aumenta la actividad metabólica basal y, por consiguiente, incrementa la quema de grasas que se encuentran en el tejido adiposo y se desarrolla masa muscular. El resultado final es un mejor estado de salud en la persona.

Bondades del entrenamiento de fuerza

Cada vez son más las evidencias que demuestran los beneficios del entrenamiento de fuerza, entre estos se incluye el reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas como la diabetes, síndrome metabólico y problemas cardiovasculares, prevenir la pérdida de masa muscular por el envejecimiento, mejorar la movilidad articular, prevenir la osteoporosis, incrementar el colesterol bueno y reducir el colesterol malo, mejorar la postura corporal influyendo directamente en la estética del cuerpo y, obviamente, incrementar la masa muscular y la fuerza.

En conclusión, el **entrenamiento de fuerza** combinado con factores como la alimentación y supervisión profesional, **permite mejorar y mantener un buen estado de salud**. Además, es importante el asesoramiento de un activador físico para que nos ayude a realizar **rutinas que se adecuen a nuestras necesidades** a fin de prevenir o sufrir lesiones. Una vez que tengamos en cuenta todos estos puntos, podemos empezar a entrenar con fuerza ¡Pero sin excedernos!



Aragón D., Rivera, M.F. y Lizcano F. (2020). Papel de la célula grasa en el riesgo cardiovascular. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(6), 576-581.
<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.04.007>

Bustos-Rodríguez D.C. y Mejías-Peña Y.N. (2018). Adaptaciones al entrenamiento de la fuerza en adultos mayores. Una revisión sistemática. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 3(2), 48-59.

<https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/372>

Fernández-Travieso J.C. (2016). Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular. *CENIC. Ciencias Biológicas*, 47(2), 106-119.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181245821006>

ARTÍCULO

¿Realmente nos resfriamos por el frío?

Evaristo Galeana Aguilasocho



Evaristo Galeana Aguilasocho. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo.

qfb-evaristo@hotmail.com

En invierno, recordamos aquellas épocas de la infancia donde nuestros padres nos decían que nos abrigáramos, porque de no hacerlo, podíamos «agarrar un resfriado». Pero, ¿qué tan cierto es esto?, ¿realmente el frío es el único protagonista en la generación de un resfriado o hay otros factores como los microorganismos?, ¿o qué tal ambos? Para aclarar esto, es necesario ver los efectos del frío en nuestro organismo.

Efectos del frío en el cuerpo humano

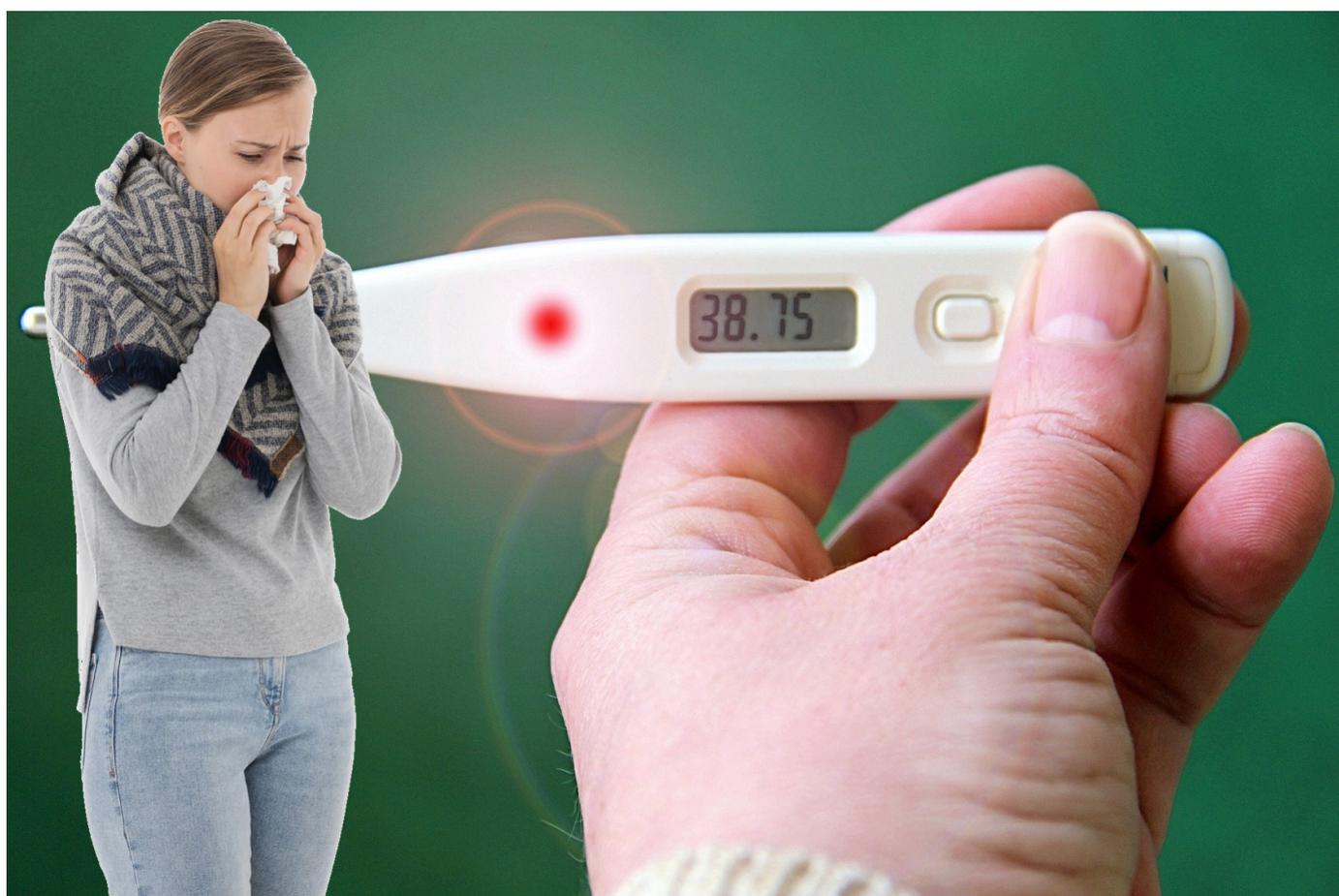
El cuerpo humano tiene una temperatura normal de aproximadamente 36.5-37.5 grados Celsius (°C). Cuando la temperatura corporal está por debajo de su normalidad, entra en un estado de estrés, provocando un decaimiento en las defensas naturales del cuerpo, el cual trata de evitar mayor pérdida de calor por lo que hace más difícil la circulación sanguínea, contrayendo los vasos sanguíneos de las extremidades, así como de la nariz y garganta. Muchos investigadores sospechan que la constricción de los vasos de la nariz y garganta, hacen menos posible la movilidad de las defensas. Otras investigaciones muestran que el aire frío seca la mucosa del tracto respiratorio, el cual es el mayor agente defensivo contra elementos externos, permitiendo así la llegada de agentes infecciosos.

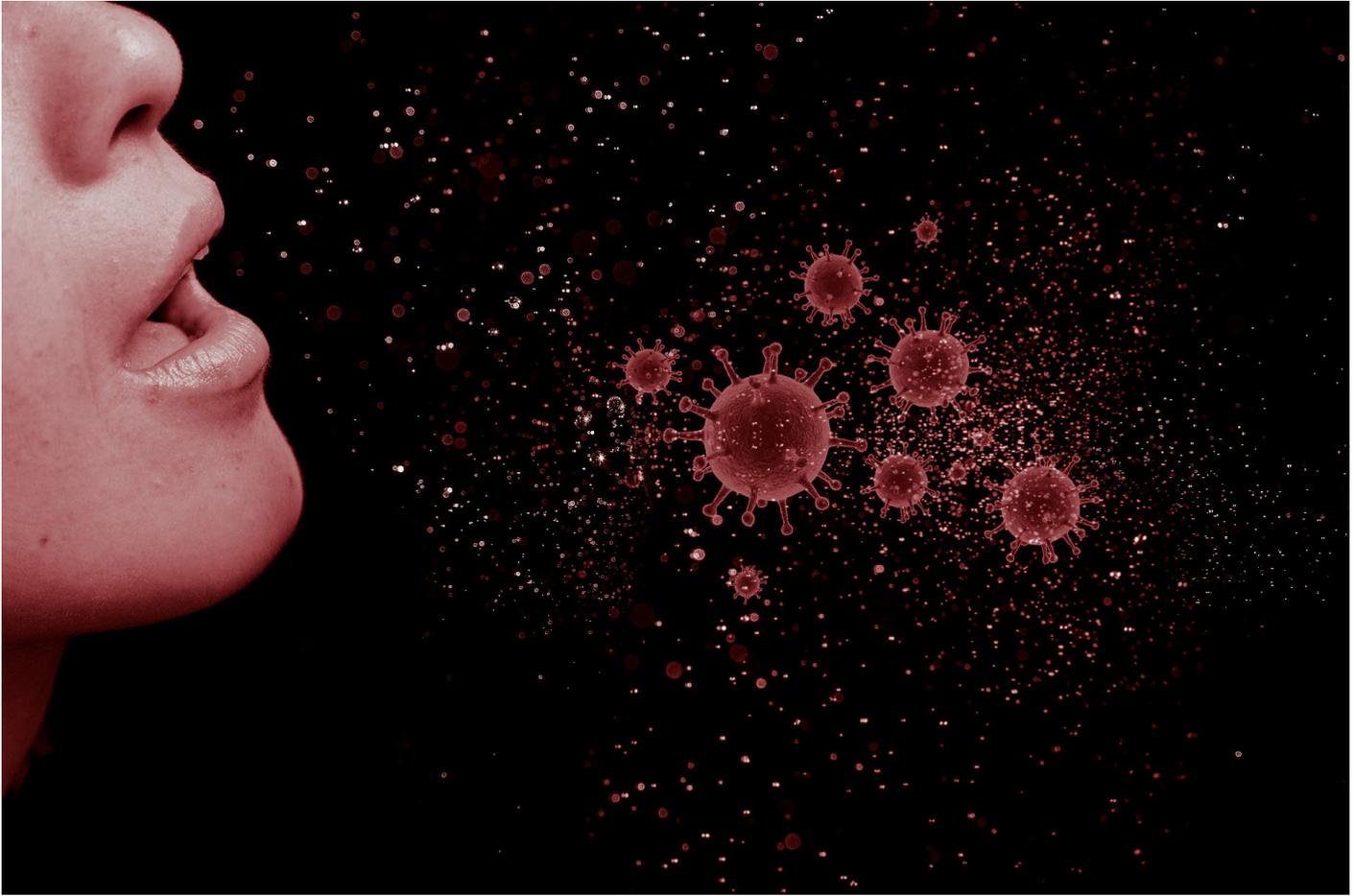
Como es de esperarse, no todos somos iguales en cuanto a la capacidad de regular el calor corporal, es así como habrá personas más susceptibles a estos cambios de temperatura, por lo cual será recomendable que se cubran muy bien para evitar complicaciones.

En este punto, es necesario hablar de unas de las enfermedades más comunes relacionadas con la baja temperatura ambiental, es decir, cuando hace frío, por eso lleva el nombre de «**resfriado común**». Pero, ¿qué agente está detrás de esta enfermedad? Para esto será necesario hablar de los virus.

Rinovirus

Los virus son los agentes infecciosos más pequeños; contienen como material genético ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (ARN), pero nunca pueden contener ambos. **Los virus son parasitarios** por lo que necesitan una célula huésped para su duplicación y propagación. Existe una gran diversidad de agentes infecciosos de las vías respiratorias, pero el más común, en cuanto a resfriado nos referimos, es un virus cuyo nombre es *Rinovirus* (virus de la nariz) del cual existen más de 115 variantes. Para su duplicación y propagación se necesita una temperatura de entre 33 °C y 35 °C, temperatura que idóneamente ronda en fosas nasales y en vías respiratorias altas. El **cómo nos infectamos** ha sido bastante discutido y se han





planteado dos formas: la primera, que la transmisión a nuestro cuerpo sucede **al tocarnos la nariz y ojos con las manos contaminadas**; y la otra, que la infección sucede por la **inhalación de pequeñas gotas de saliva provenientes de otras personas infectadas**.

Una vez que estamos infectados por el *Rinovirus*, y este empieza a multiplicarse y a propagarse, nos dará una sensación de malestar. ¿Pero qué pasaría si yo te dijera que la mayoría de los malestares del resfriado común no son producidos por el virus, sino por el propio cuerpo en un intento por eliminarlo? En efecto, esto es así.

Por ejemplo, en un intento por evitar la multiplicación del virus, **el cuerpo decide elevar la temperatura**. Esto tiene mucho sentido porque como ya sabemos, la temperatura óptima para su duplicación es de 33 °C - 35 °C; de paso, esta elevación nos hace sentir muy mal, ya que está por encima de la normal. Otro ejemplo es el **escurrimiento nasal**; de nuevo, el cuerpo en un intento por expulsar al virus, ordena la sobreproducción de mucosa nasal que se manifiesta como escurrimiento, considerado por muchos como el síntoma más molesto, de allí que deciden tomar medicamentos para evitarlo

(vasoconstrictores nasales). No obstante, esta medida podría traer más complicaciones debido a la posibilidad de una congestión nasal, por lo que es mejor dejar que la nariz escurra lo más que se pueda para que cada vez quede menos virus. El sonarse la nariz o inhalar aire caliente y humidificado, estimula el drenaje de las fosas nasales. Es ahí donde nace el famoso remedio de la sopa caliente, ya que sus vapores ayudan al drenaje nasal.

La **prevención del resfriado es muy difícil** debido a diferentes factores. Al inhalar aire frío, este permite la multiplicación del virus más rápido, en temporadas donde la temperatura desciende, hay menor radiación ultravioleta, aumentando la supervivencia del virus en objetos y gotas de saliva. Además, tampoco existe una vacuna para el resfriado debido a la diversidad de virus que lo provocan.

Relación entre el frío y la enfermedad

Existe una gran relación entre las temperaturas bajas y el resfriado. Primero, el **virus sobrevive a este ambiente frío** y evita el correcto funcionamiento del sistema inmune de aquellas personas que son susceptibles a los cambios de temperatura; segundo, al estar inhalando constantemente el

aire frío, este promueve la **rápida duplicación del virus en la nariz**. Esto no quiere decir que al tener estos factores presentes nos enfermaremos de inmediato, ya que aquí también entra el comportamiento social del ser humano, el que hace posible la correcta incubación del virus y su propagación, ya que bajo un clima con temperaturas bajas, aunque acostumbremos a estar más en casa, hacemos más viajes en transporte público y asistimos o hacemos las típicas reuniones en las fiestas de invierno, conviviendo con muchas personas en lugares cerrados. Y, como si todo esto no fuera suficiente, **la mayoría de las personas contagiadas suelen ser asintomáticas** o bien, presentan uno o dos días de síntomas por lo que continúan con su vida cotidiana. Todos estos factores unidos, son el escenario perfecto para que el resfriado se propague rápidamente.

Entonces, ¿las temperaturas bajas o el frío producen por sí solo los resfriados?

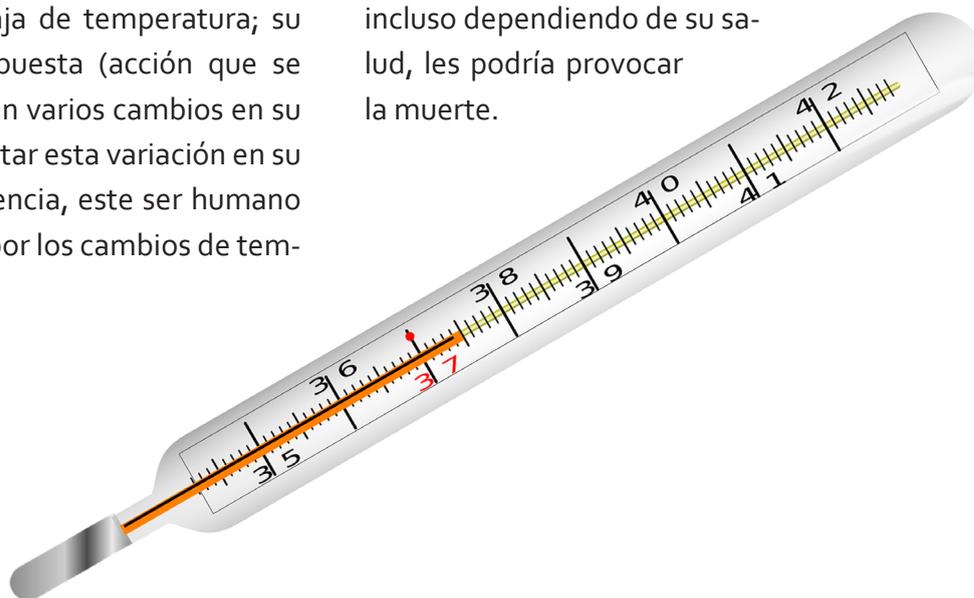
No. Imaginemos que tenemos el poder de crear un ambiente con clima controlado y en ese ambiente colocamos a un ser humano, a quien exponemos a una ligera baja de temperatura; su cuerpo reaccionará en respuesta (acción que se denomina estrés). Sucederán varios cambios en su organismo para poder afrontar esta variación en su ambiente y, como consecuencia, este ser humano se enfermará con facilidad por los cambios de temperatura.

Ahora, una vez sano, exponemos al individuo de nuevo a las mismas características, pero en este caso, eliminaremos por completo todos los microorganismos. Su cuerpo reaccionará al cambio de temperatura, pero una vez que esta se estabiliza, su cuerpo vuelve a la normalidad.

Esto quiere decir que **el verdadero responsable detrás del resfriado son los microorganismos**, siendo el frío o estas imprevistas bajas de temperatura a las que nos enfrentamos cada otoño e invierno, solo un factor que ayuda a la aparición de un resfriado, más no es el culpable directo de la enfermedad.

Por esto, en época de frío, es necesario abrigarse al salir de casa y **seguir las indicaciones de los institutos de salud** para evitar tanto enfermarse como automedicarse. Si ya estamos resfriados, lo mejor es pensar en los demás, por lo que se recomienda no ir a grandes reuniones y, en caso que sea necesario salir, usar cubrebocas.

Si bien para muchos de nosotros el resfriado no es más que un pequeño malestar, a muchas personas les hará pasar un muy mal rato, incluso dependiendo de su salud, les podría provocar la muerte.



De la Flor J. (2013). Infecciones de vías respiratorias altas-1: resfriado común. *Pediatría Integral*, XVII(4), 241-261.

<https://www.pediatriaintegral.es/numeros-antiguos-publicacion-2013-05/infecciones-de-vias-respiratorias-altas-1-resfriado-comun/>

Lenis Y., Zuluaga A. y Tarazona A. (2016). Respuestas de

adaptación al estrés térmico en mamíferos. *Rev. Med. Vet.*, 31, 121-135.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/mv/vol1/iss31/12/>

Verdaguer N., Fita I. y Querol-Audí J. (2011). El virus del resfriado común. *Investigación y Ciencia*, 412, 50-57.

<http://hdl.handle.net/10261/87634>

ARTÍCULO

Trichomonas vaginalis: Un enemigo silencioso

Patricia Nayeli Alva Murillo y María Alejandra Rico Corona



María Alejandra Rico Corona. Químico Farmacéutico Biólogo, Departamento de Farmacia, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato.

ma.ricocorona@ugto.mx

Patricia Nayeli Alva Murillo. Profesora-Investigadora del Departamento de Biología, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato.

pn.alva@ugto.mx

Tricomoniasis: Una infección de transmisión sexual silenciosa

Las enfermedades de transmisión sexual son infecciones que se transmiten a través del contacto sexual de una persona a otra. **La tricomoniasis** es una de estas enfermedades de tipo viral más **frecuente y curable**, que afecta tanto a hombres como a mujeres y es provocada por el parásito *Trichomonas vaginalis*. El primer registro de este parásito fue en 1836 cuando el físico francés, Alfred Francois Donné, observó una muestra de flujo vaginal al microscopio de luz, detectando un «pequeño animal». La singularidad de este parásito

permite identificarlo y distinguirlo de otros debido a sus cinco flagelos, los cuales posibilitan su movimiento ¡Y así se observa en el microscopio! Este parásito aparentemente no forma quistes y no sobrevive fuera de su hospedero, es decir, ¡nosotros los humanos!

La Organización Mundial de la Salud estima que **más de un millón de personas contraen diariamente una enfermedad de transmisión sexual**, por lo que cada año hay 156 millones de nuevas infecciones de tricomoniasis. En México, esta enfermedad es la duodécima causa de morbilidad asociada a enfermedades transmisibles. Aproximadamente el 75-80 % de los casos por tricomoniasis son asintomáticos, pero cuando se presentan síntomas, estos se manifiestan en un periodo de cinco a 28 días después del contacto directo con el parásito; asimismo, la infección puede durar de meses a años si no se trata adecuadamente.

Pero, ¿cómo nos afecta este pequeño parásito?

En el caso de las **mujeres**, se presenta un gran espectro de signos (una señal que puede ser vista por el médico) y síntomas (una señal que el individuo siente), como un flujo vaginal amarillento-ver-

doso, irritación vulvovaginal, dolor al orinar (disuria), dolor durante el sexo vaginal (dispareunia) y, aunque menos común, dolor abdominal bajo. Un hallazgo característico es la aparición de **lesiones punteadas** en la cavidad vaginal, conocido como cérvix de fresa. Generalmente, el diagnóstico de la tricomoniasis viene acompañado de otras infecciones como (i) **vaginosis bacteriana** que es la pérdida del equilibrio entre los diferentes tipos de bacterias que se encuentran en la vagina, (ii) **candidiasis** que es una infección provocada por el hongo *Candida*, y (iii) **cervicitis** o inflamación del cuello uterino relacionadas con otras ETS como clamidia o gonorrea.

Por su parte, en los **hombres**, esta infección puede provocar una **inflamación en la uretra, próstata y testículos**, en algunos casos también se presenta dolor al orinar y picazón en la zona genital. La descarga uretral también es un síntoma común.

¿Cómo se detecta la tricomoniasis?

La tricomoniasis se confirma mediante observación microscópica del parásito en una muestra de flujo vaginal o endocervical en mujeres, o de orina o semen en hombres. Si no se observa al parásito, entonces se realizan pruebas rápidas de antígenos





y de amplificación de ácidos nucleicos específicos para *T. vaginalis*.

Tratamiento clásico contra *T. vaginalis*

El único tratamiento aprobado desde 1959 contra la tricomoniasis, se basa en el uso de los medicamentos de la familia de 5-nitroimidazol, como el metronidazol y tinidazol. Se recomienda una única dosis oral de 2 g, pero en pacientes con infección persistente se prolonga el tratamiento. Sin embargo, son comunes los casos donde se reportan efectos secundarios como dolor de cabeza, sabor metálico en la boca y malestares gastrointestinales, lo que favorece la interrupción del tratamiento. En mujeres embarazadas, se recomienda tratar la infección hasta el segundo y tercer trimestre. Algo importante es que el tratamiento administrado a las parejas sexuales del paciente previene la reincidencia, reduce la transmisión y evita los nuevos casos de infección. Pero recuerda ¡No debemos automedicarnos!

No es adecuado contar solamente con un tipo de medicamentos para tratar la tricomoniasis, debido a que **en algunos casos los parásitos presentan resistencia a los nitroimidazoles**, lo que quiere

decir que el medicamento no mata al parásito y no hay otra opción terapéutica.

Problemas de salud relacionados con la tricomoniasis

Si la tricomoniasis no es tratada adecuadamente se vuelve crónica (problema a largo plazo) y puede cursar con un proceso inflamatorio que ocasiona complicaciones graves para la salud. En el caso de las mujeres embarazadas se llegan a presentar rupturas prematuras de las membranas placentarias, partos prematuros y el nacimiento de bebés con bajo peso. Resulta interesante el hecho de que **se han reportado infecciones de tricomoniasis en niños prematuros**, los cuales han mostrado infecciones en el tracto urinario y tracto respiratorio.

La tricomoniasis, en personas infectadas por el virus del papiloma humano (VPH), se relaciona con un aumento en el riesgo de contraer cáncer cervical y de próstata. Además, tanto en hombres como en mujeres, esta enfermedad de transmisión sexual se asocia con infertilidad. Mientras que, en algunos pacientes, **aumenta la posibilidad de infectarse por el virus de inmunodeficiencia huma-**

na (VIH). ¡Por ello la enfermedad debe ser tratada inmediata y adecuadamente!

Las altas tasas de infección, el alto porcentaje de casos asintomáticos, las posibles complicaciones severas y el tratamiento basado en un solo tipo de antimicrobiano, han aumentado la **necesidad de encontrar nuevos compuestos** que ayuden a tratar la tricomoniasis. Es así como algunos compuestos derivados de plantas han sido estudiados como tratamiento opcional contra esta enfermedad.

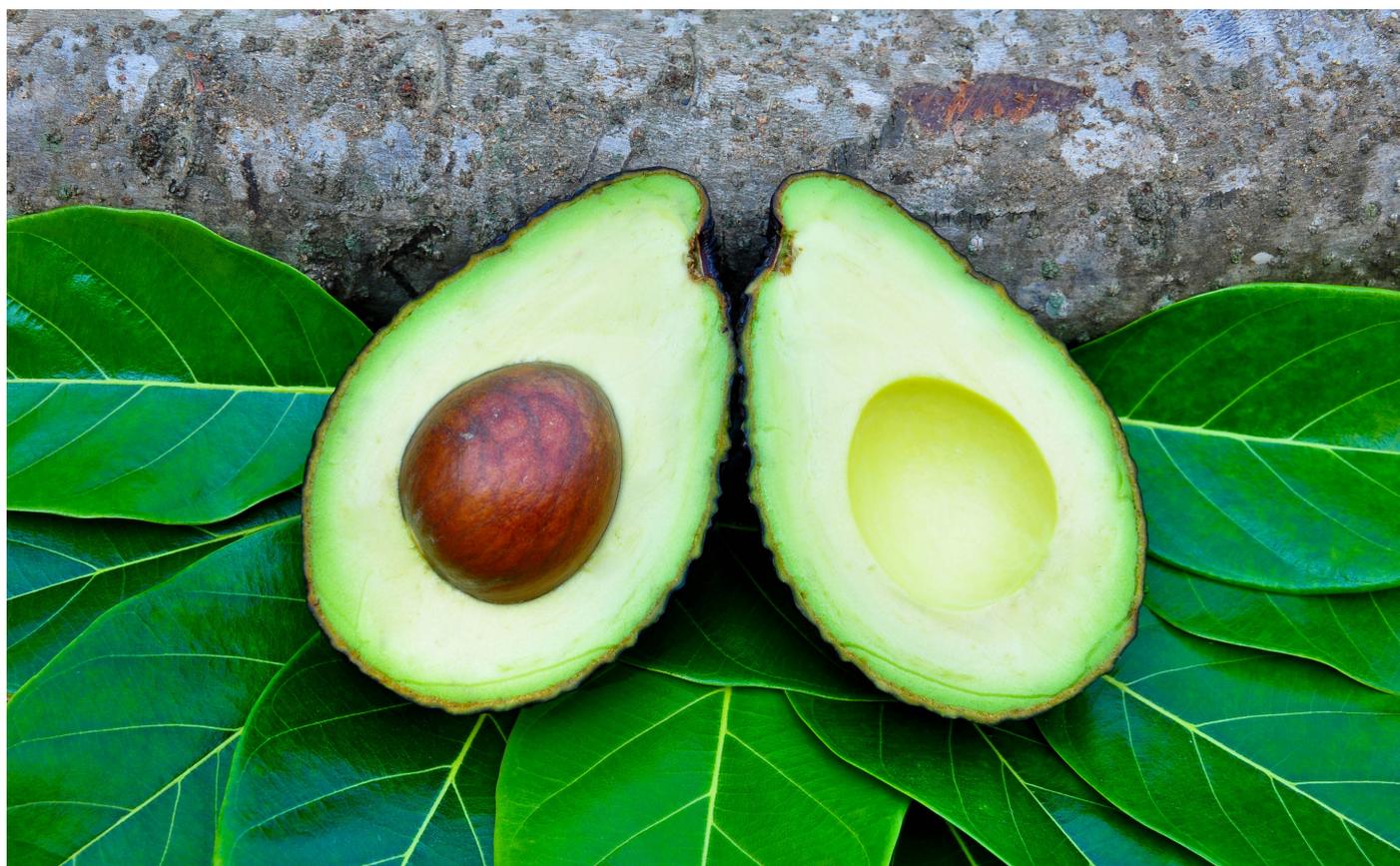
Plantas medicinales contra parásitos

El tratamiento de las enfermedades mediante el uso de plantas medicinales es tan antiguo como la humanidad, y es el resultado de muchos años de lucha contra estos padecimientos. A través del conocimiento empírico, el hombre aprendió a buscar medicamentos en las cortezas, semillas, frutos y otras partes de las plantas. En los últimos años, el interés por descubrir fármacos en las plantas medicinales ha ido en aumento, principalmente debido a que estos presentan menos efectos secundarios. Tal ha sido el caso de las plantas con actividad contra *T. vaginalis*.

La investigación sobre productos naturales contra *T. vaginalis* tiene dos aproximaciones: 1) Se

estudia al **extracto crudo de una parte de la planta**, es decir, la mezcla de compuestos extraída con un solvente particular y se determina su efecto antiparasitario; y 2) Se identifican las **moléculas presentes en el extracto** y se determina su actividad anti-*Trichomonas*. Para saber si el extracto de la planta o la molécula elegida tienen actividad anti-*Trichomonas*, estos se ponen en contacto directo con el parásito (ensayo *in vitro*) por un periodo (ej. 24 h) en condiciones de crecimiento adecuadas. Después, con ayuda del microscopio, se evalúa si se provoca la muerte del parásito o detiene su crecimiento, contando aquellos parásitos que se mueren.

Se ha reportado que diversos extractos vegetales crudos inhiben el crecimiento de *T. vaginalis*, entre ellos: extractos de hojas de eucalipto rojo, toronjil de menta y salvia; semillas y aceite de falso comino; goma de lentisco; aceite esencial de artemisa, albahaca y lavanda. Entre los compuestos naturales identificados que tienen efecto anti-*Trichomonas*, están la alfa-tomatina, metasaponina-2 y arbutina aisladas de las hojas de jitomate, yerba mate y madroño, respectivamente; la procianidina y prodelphinidina extraídas de las hojas del chicozapote; la curcumina y el geraniol obtenidos del rizo-



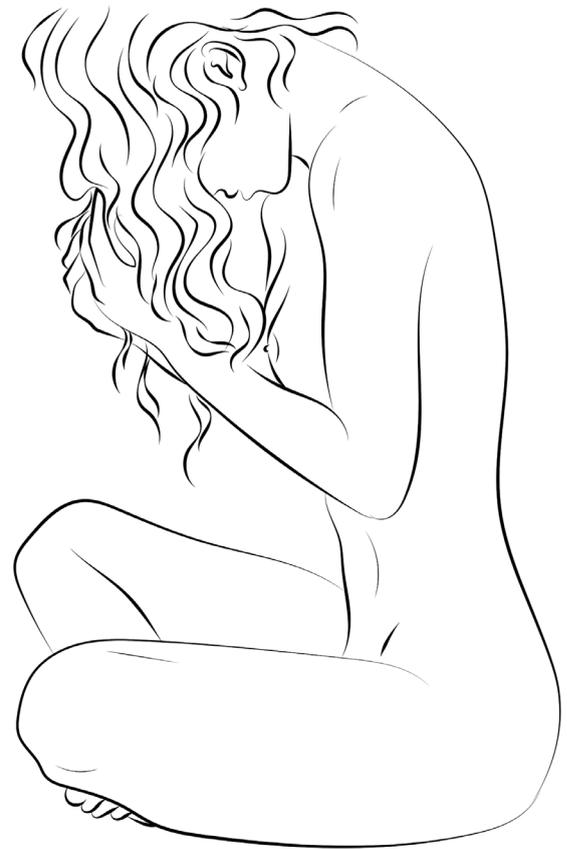
ma de la cúrcuma y del fruto del cardamomo negro, respectivamente. Sin embargo, existen pocos ensayos clínicos donde se evalúa el efecto de productos vegetales en pacientes con tricomoniasis, destacando aquellos realizados con la menta en Brasil y el tomillo en Irán.

El oro verde contra la tricomoniasis

Después de China, México es el segundo país con mayor conocimiento en medicina tradicional, y entre las plantas medicinales de uso en nuestro país, están las distintas partes del aguacate criollo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*), las cuales se han utilizado por sus propiedades medicinales para tratar diarreas, disentería, dolor de dientes y para el embellecimiento. Diversas investigaciones científicas confirman que las **hojas del aguacate** contienen compuestos (ej. β -pineno, ácido hexadecanoico, etc.) con actividad antifúngica, larvicida e insecticida. En la **pulpa de los frutos**, se encuentran compuestos fenólicos con efecto antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobiano. La **semilla** se ha empleado para tratar erupciones cutáneas, y en ella se acumulan péptidos con actividad antimicrobiana y anticancerosa; además, hay moléculas de origen lipídico que actúan como inmunomoduladoras.

Pero, ¿el aguacate actúa contra parásitos?

Hay estudios donde se demuestra que el extracto de la semilla de aguacate reduce el crecimiento de *Entamoeba histolytica* y de *Giardia lamblia*, parásitos causantes de la amibiasis y giardiasis, respectivamente. Asimismo, ¡el extracto de semilla



del aguacate criollo mexicano también reduce el crecimiento de *T. vaginalis*! Esto lo estamos evaluando en nuestras investigaciones, aunque aún faltan experimentos para determinar cuál es el compuesto que tiene actividad anti-*Trichomonas*.

Las plantas representan una gran área de oportunidad para obtener nuevos tratamientos seguros y eficaces contra la tricomoniasis. Particularmente **la semilla del aguacate, se convierte en una posible fuente de tratamiento alternativo** contra la enfermedad; además, el aprovechamiento de esta le da un valor agregado al fruto.



Bala V. y Chhonker Y.S. (2018). Recent developments in anti-Trichomonas research: An update review. *Eur. J. Med. Chem.*, 143, 232-243. Doi: 10.1016/j.ejmech.2017.11.029

Centro de Control y Prevención de Enfermedades. (2016). *Enfermedades de transmisión sexual. Tricomoniasis: hoja informativa de los CDC.*

<https://www.cdc.gov/std/spanish/tricomoniasis/std-fact-trichomoniasis-s.htm>

Vázquez F., García M.J., Pérez F. y Palacio V. (2001). *Trichomonas vaginalis*: tratamiento y resistencia a nitroimidazoles. *Enfermedades Infecciosas y microbiología clínica*, 19(3), 114-124. Doi: 10.1016/S0213-005X(01)72580-3

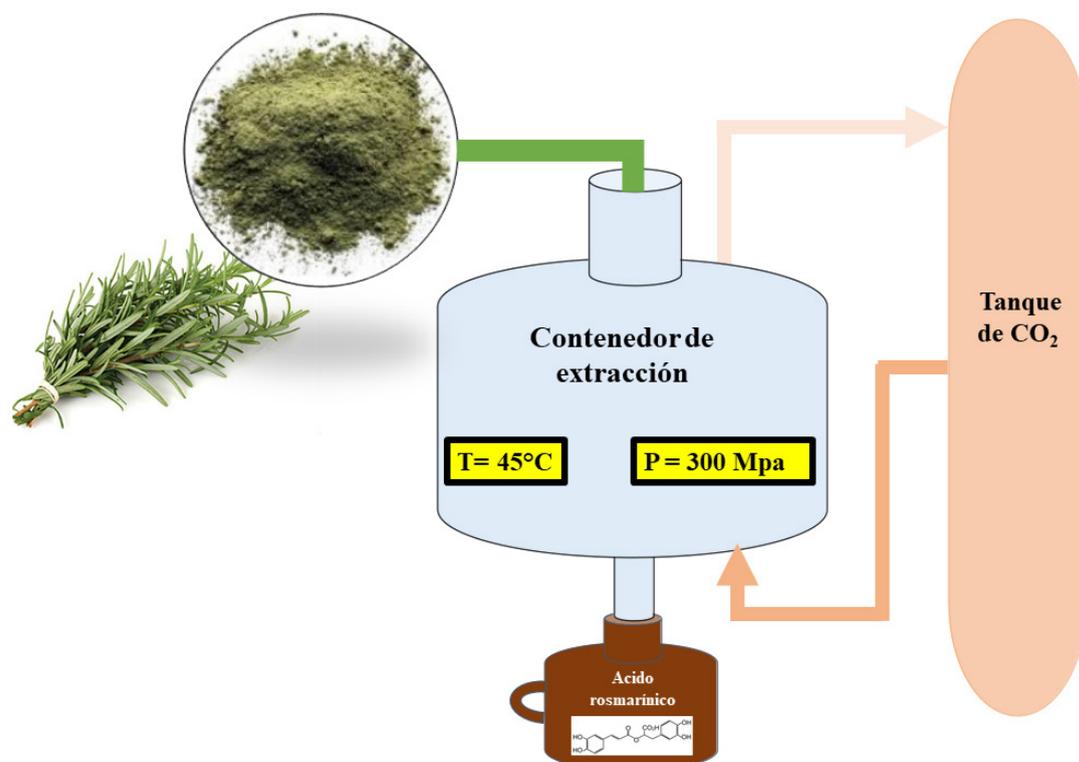
ARTÍCULO DE PORTADA

Extracción por fluidos supercríticos: Una alternativa verde

Abraham Heriberto García Campoy y Ana Paulina Barba de la Rosa







Actualmente, la investigación científica y tecnológica en el mundo ha asumido un papel fundamental en la generación, aplicación y evolución de los procesos para el **aprovechamiento y uso de los distintos productos naturales** provenientes de las plantas. Los procesos de extracción han permitido que los extractos naturales y compuestos bioactivos se puedan utilizar en la industria alimenticia, farmacéutica, nutracéutica y cosmética.

En años recientes, la ideología y conciencia por los productos de origen natural (pigmentos, bioactivos y/o compuestos fitoquímicos) ha crecido, lo que ha llevado a un aumento en su demanda y consumo, estimándose que para 2024, el valor del mercado de compuestos nutracéuticos sea de 860 mil millones de pesos mexicanos. Lo anterior ha inducido a explorar y **desarrollar nuevos métodos de extracción** de dichos compuestos, con un mayor grado de eficiencia, seguridad e inocuos.

Alternativa: La extracción por fluidos supercríticos

La técnica de extracción por fluidos super-

críticos ha tenido relevancia en la aplicación de la obtención de los productos naturales bajo el concepto de tecnología verde. Este método promete revolucionar los procesos de extracción, ya que ha mostrado ser amigable con el medio ambiente por ser un proceso no tóxico, seguro para la salud y por mantener la integridad y calidad de los metabolitos de interés. En este artículo, describiremos su uso y la aplicación de fluidos supercríticos en los procesos de extracción para la obtención de productos naturales de alta calidad.

Como su nombre lo indica, la extracción por fluidos supercríticos (EFS) es un proceso que utiliza un fluido supercrítico como agente de extracción. El fluido supercrítico es una sustancia que se encuentra en **condiciones termodinámicas de presión y temperatura críticas**, bajo estas condiciones, la sustancia o fluido se difunde como un gas a través de los sólidos, pero a su vez, se comporta como líquido con la capacidad de disolver y arrastrar los constituyentes presentes en la materia prima.

La capacidad de solvatación de un fluido supercrítico radica en función de la densidad de la sustancia, la cual se puede modificar incremen-

tando o reduciendo la presión o temperatura. En condiciones críticas de Temperatura (T_c) y Presión (P_c), se presentan fenómenos y propiedades específicas. Por ejemplo, si elevamos la temperatura, la densidad de una sustancia tiende a reducir y cuando se eleva la presión de un gas, su densidad se incrementa, pero cuando se encuentran en condiciones supercríticas, ese comportamiento sigue siendo el mismo. Para entender este proceso, es necesario comprender y analizar el **diagrama de fases de un fluido supercrítico**, en el cual se muestran los estados de la materia que se pueden tener al combinar presión y temperatura (Figura 1). El punto donde los tres estados coexisten (sólido, líquido y gaseoso), se conoce como el **punto triple**. El punto o estado crítico, corresponde a la condición donde se comienza a perder el equilibrio y también pertenece al punto donde pueden coexistir las diferentes fases de la sustancia.

Es evidente que la gama de disolventes que se pueden emplear en la extracción por fluidos

supercríticos es limitada y, más aún, cuando se habla de **productos de origen natural**, los cuales suelen ser **sensibles a la degradación por temperatura o disolventes**, o están limitados a ser utilizados debido a su efecto toxicológico. En el cuadro siguiente se presentan algunas sustancias usadas en la extracción de fluidos supercríticos y sus condiciones críticas de T_c y P_c . De estos compuestos, el más empleado para la extracción de productos naturales es el dióxido de carbono (CO_2), debido a que se considera el fluido supercrítico ideal por su costo, es no inflamable, no tóxico, no contamina y está disponible en grandes cantidades.

El CO_2 alcanza sus condiciones críticas a condiciones relativamente fáciles ($T_c = 31.1\text{ }^\circ\text{C}$ y $P_c = 73.8\text{ bar}$), además, puede ser recirculado y reutilizado. En la actualidad, las aplicaciones de los fluidos supercríticos no solo son para la extracción, sino que también pueden emplearse en reacciones catalíticas, limpieza de procesos y en procesamiento de polímeros o semiconductores.

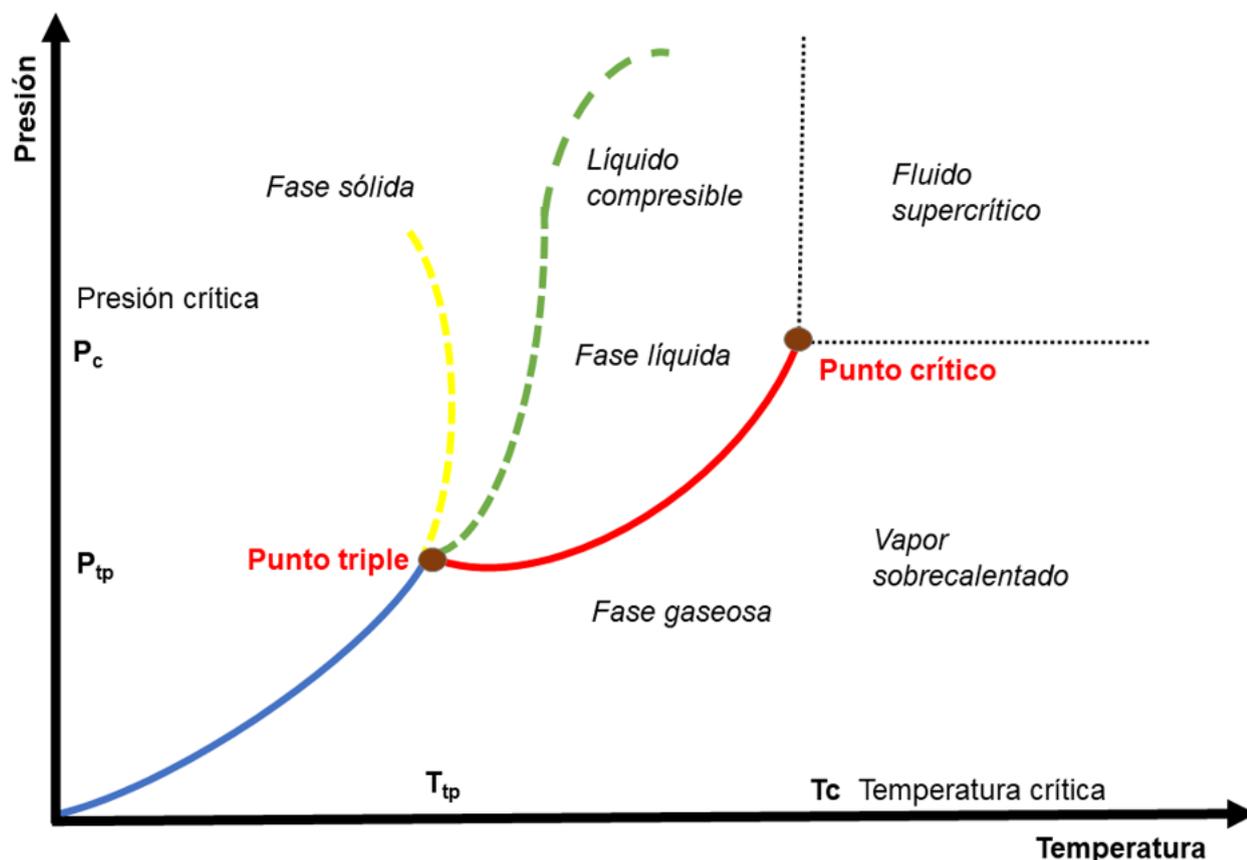


Figura 1. Diagrama de fases de una sustancia, en la que se señala el punto crítico.

Disolvente	Temperatura crítica (°C)	Presión crítica (bar)
Dióxido de carbono	30.95	73.76
Agua	373.94	22.64
Metano	-82.75	46
Etano	32.15	48.73
Propano	96.65	42.45
Etileno	9.25	50.35
Propileno	91.75	46
Metanol	239.45	80.85
Etanol	240.75	61.40
Acetileno	36	62.47
Butano	152	70.6
Éter	193.6	63.8
Pentano	196	32.9
Amoniaco	132.5	109.9
Acetona	234.95	47.01

Disolventes usados en procesos de fluidos críticos

Variables presentes en la extracción por fluidos supercríticos

El diseño de los sistemas de extracción por fluidos supercríticos es relativamente simple, aun cuando es un proceso presurizado, se debe poner atención a su funcionamiento para evitar accidentes. Su operación y buen funcionamiento requiere de una serie de **variables** que se deben tener presentes para la **optimización del proceso**. Entre los parámetros se encuentran: presión, temperatura, densidad del solvente, fuerza de penetración, transferencia de masa, difusividad, viscosidad, flujo del solvente, tiempo y volumen (Figura 2).

Adicionalmente, se deben tener contemplados algunos factores ajenos al funcionamiento del equipo como son: cualidades y propiedades de la materia prima (tamaño de partícula, forma, porosidad, tipo y característica de la matriz, porcentaje de humedad, etc.). Asimismo, es importante definir las condiciones de operación del equipo, siempre contemplando la matriz de extracción y el producto de interés.

Tipos de extracción por fluidos supercríticos

El desarrollo de la EFS se puede realizar de forma estática o dinámica. La **forma estática** consiste en mantener presurizada y aislada la cámara de extracción por un tiempo determinado y al final el sistema se abre para colectar el extracto. Entre sus ventajas está que se logra una mejor penetración e impregnación en la matriz, favoreciendo la saturación y el equilibrio de reparto incrementando el rendimiento de extracción.

En cuanto a la **extracción dinámica**, el sistema se encuentra abierto, el solvente es alimentado de forma continua hasta concluir el proceso. Este método ayuda a mantener una saturación apropiada, beneficiando la recuperación y reduciendo los tiempos de proceso, pero hace uso de mayores cantidades del fluido.

La técnica de fluidos supercríticos es altamente eficiente para la extracción de compuestos no polares, lo cual también se había convertido en una de sus limitaciones, pero ahora se conoce que se pueden adicionar pequeñas cantidades de un co-disolvente o modificador, el cual

permite alterar la polaridad del disolvente induciendo cambios en sus propiedades de afinidad lo que eleva su capacidad de disolver.

Co-disolventes

Los co-disolventes también conocidos como **modificadores o segundo disolvente**, son sustancias que se emplean para modificar el intervalo de polaridad del fluido supercrítico. Entre los disolventes usados como modificadores se encuentran el etanol, metanol, n-hexano, agua, entre otros, siendo el etanol el de mayor uso. Los procesos donde se ocupan los modificadores para la extracción de metabolitos de interés cada día son más comunes.

La técnica de EFS tradicionalmente se ha utilizado para matrices sólidas, aunque también es posible utilizarla en matrices líquidas. Esta técnica se emplea para la obtención de metabolitos de interés de aceites esenciales, caldos de fermentación, jugos concentrados de frutas o vegetales, entre otros.

Aplicaciones de la extracción con EFS

Las primeras aplicaciones que tuvo la EFS fue para descafeinar café (Figura 3), pero también se aplica para la extracción de la teobromina de la cáscara del cacao, o para la eliminación de los compuestos responsables del sabor amargo de las cervezas. Asimismo, se ha utilizado para el procesamiento de residuos petroleros o el saneamiento de áreas contaminadas y en procesos catalíticos.

En la actualidad, la demanda de productos naturales se ha incrementado, por lo que el uso de la EFS se ha optimizado para el **aprovechamiento de los recursos biológicos** con actividades benéficas para la salud, principalmente provenientes de plantas. Los compuestos presentes en los aceites esenciales u oleorresinas obtenidas por la EFS, son ácidos grasos insaturados, triacilglicéridos, flavonoides, terpenos, terpenoides, esteroides, triterpenos, fenantrenos, alcaloides, hidratos de carbono, fitoesteroles, tocoferoles, compuestos fenólicos, polisacáridos, entre otras

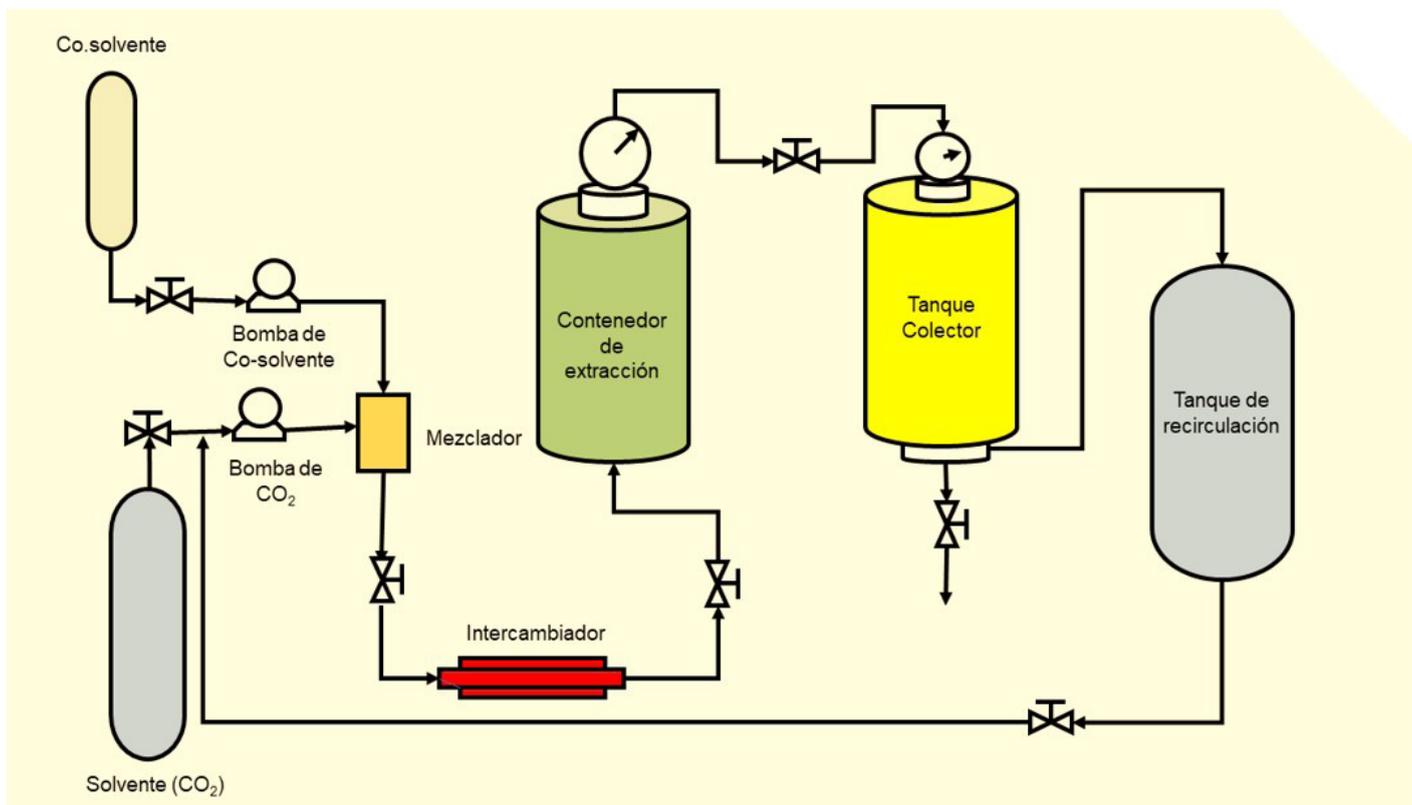


Figura 2. Esquema del sistema para el proceso de extracción por fluidos supercríticos.

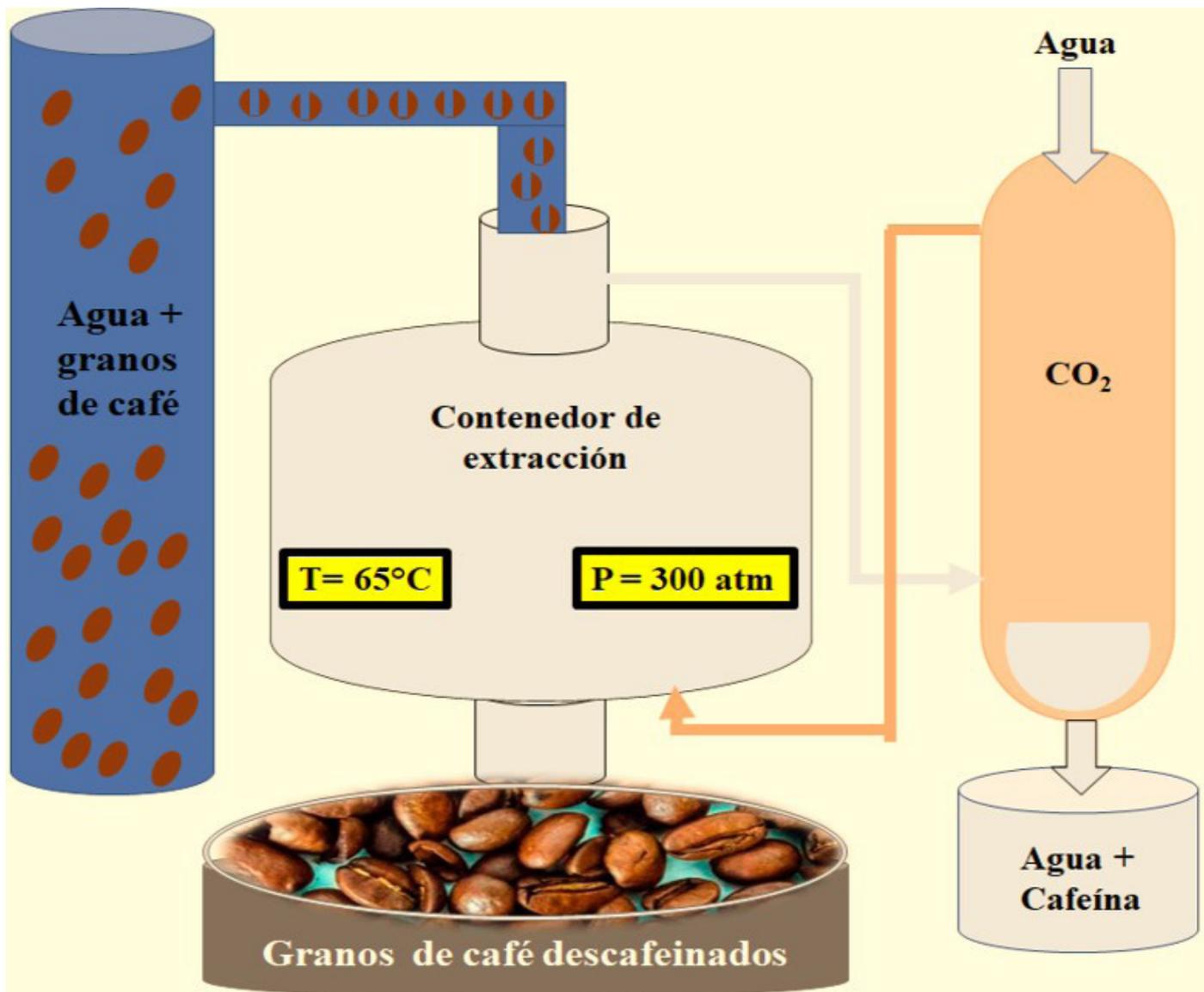


Figura 3. Proceso de descafeinización de granos de café utilizando EFS.

biomoléculas que estén presentes en la materia prima.

La EFS es una técnica que está revolucionando la forma en que se obtienen los productos naturales. Su aplicación se encuentra en pleno crecimiento y cada día más sectores la integran en sus sistemas productivos, de ahí el interés de dar a conocer este método de extracción por fluidos supercríticos, la cual podemos considerarla una **alternativa verde** para la obtención de productos naturales.

Agradecimientos:
Al COPOCYT-Fondo Fideicomiso 23871,
por el apoyo otorgado.



Abrahám Heriberto García Campoy

Doctor en Nanociencias y Micronanotecnologías por el Instituto Politécnico Nacional, cuenta con 12 artículos in-

dexados, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel candidato. Fue galardonado con el Premio al Mejor Desempeño Académico ciclo escolar 2018-2019 por el IPN. En los últimos años, ha trabajado en el área de bionanotecnología, fusionando las bondades de los metabolitos secundarios con los nanomateriales para el cuidado de la salud. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Laboratorio Proteómica y Biomedicina Molecular en la División de Biología Molecular en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT).

abraham.garcia@ipicyt.edu.mx



Ana Paulina Barba de la Rosa

Doctora en Biotecnología Vegetal por el Centro de Investigación y de Estudios

Avanzados, Unidad Irapuato. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel 3 y ha formado un grupo de investigación en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), donde trabaja desde hace 20 años.

apbarba@ipicyt.edu.mx



Domínguez L. y Parzanese M. (2010). Tecnologías para la industria alimentaria fluidos supercríticos- Ficha No. 1. *Alimentos Argentinos-MinAgri*. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_01_Fluidos.pdf

Pico-Hernández S.M., Jaimes-Estévez J., López-Giraldo L., Murillo-Méndez C.J. (2019). Extracción supercrítica de compuestos bioactivos de la cascara de cacao: estudio de los principales parámetros. *Rev. Fac. Ing. Univ.*, (91), 95-105.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n91/2357-53280-rfiua-91-00095.pdf>

Román M.A.P., Rivera C.M.N., Cardona L.M.B., Muñoz L.M., Gómez D.D., Passaro C.C., Quiceno J.M.R. (2016). Guía de extracción por fluidos supercríticos: fundamentos y aplicaciones. *Sena, Rionegro-Antioquia*, 1-48. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4698/guia_extraccion_fluidos_supercriticos.pdf;jsessionid=29EEAEF7A33F814756339D5CB7BoA-oB4?sequence=1.

ARTÍCULO

Importancia de los insectos en el bosque: Protagonistas y amenazas

Abel Pérez Solache y Pablo Cuevas Reyes



Abel Pérez Solache. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

abel.perez@umich.mx

Pablo Cuevas Reyes. Investigador, Laboratorio de Ecología de Interacciones, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

pablo.cuevas@umich.mx

Un clavado a las características de los insectos

Los insectos **son los animales más diversos del planeta**. Se calcula que, de un millón ochocientos mil especies de los diversos organismos descritos en la tierra, un 57 % corresponde a los insectos. Poseen un exoesqueleto de quitina que les da protección, un cuerpo organizado en tres partes (cabeza, tórax y abdomen), ojos compuestos, un par de antenas, tres pares de patas con articulaciones y, debido a sus formas y colores, se clasifican en alrededor de 30 órdenes, por

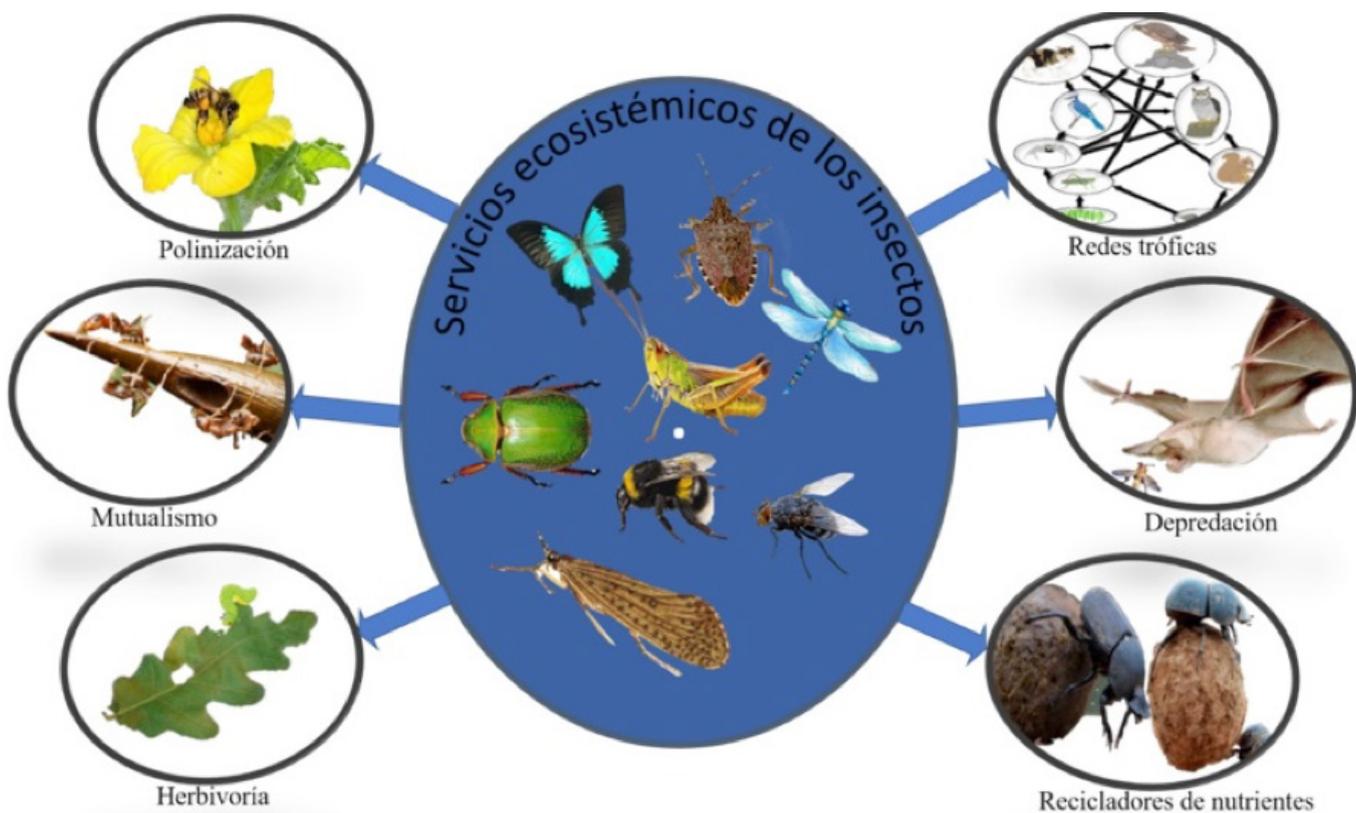
ejemplo, las libélulas son del orden Odonata y los escarabajos del orden Coleoptera, por mencionar algunos.

Los insectos son sumamente exitosos ya que **pueden vivir en casi todo tipo de hábitat** y se adaptan morfológica y fisiológicamente. Por su tamaño tan pequeño, pueden refugiarse en espacios reducidos, como debajo de las piedras, hojarasca y troncos. Además, requieren pequeñas cantidades de alimento que toman de diferentes fuentes dependiendo del gremio, por ejemplo, los insectos herbívoros se alimentan de diferentes partes de una planta y los carnívoros de otros animales. Los insectos tienen un exoesqueleto resistente y liviano que funciona como una armadura que cubre su cuerpo de depredadores, de patógenos y de sustancias tóxicas, además es impermeable al agua evitando que se deshidraten. Algunos insectos **«secuestran» compuestos químicos tóxicos de las plantas** que consumen y que utilizan en su beneficio, como la oruga de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) que retiene calotoxina del algodoncillo (*Asclepias* spp), ayudándole a ser desagradable para sus depredadores.

Importancia ecosistémica de los insectos en el bosque

Los insectos son de gran importancia para los bosques por sus diversas **funciones ecológicas en el ecosistema**. Por ejemplo, el 85 % de las especies de **plantas con flor son polinizadas** por insectos; además, la diversidad de polinizadores provenientes de bosques aumenta considerablemente la producción de cultivos en sistemas agroforestales, principalmente las abejas a quienes se les atribuye casi el 50 % de la polinización de los 115 cultivos más ampliamente distribuidos en el mundo. La polinización por insectos también es importante para los animales frugívoros, como el murciélago «zorro volador» (*Acerodon jubatus*) que se alimenta exclusivamente de frutos como higos (*Ficus* sp.) y que, por una baja polinización, puede escasear el alimento para estos murciélagos y llevarlos a extinciones locales.

Otra función ecosistémica de los insectos es **la herbivoría que ayuda a mantener la diversidad vegetal en los bosques** al consumir plantas cuyas poblaciones crecen rápidamente, evitando que predomine una sola especie de planta. Los insectos también son **importantes dentro de la cade-**



Importancia ecosistémica de los insectos. Esquema A. Pérez-Solache

na alimenticia, al ser el mayor recurso alimenticio de otros animales como aves, reptiles, anfibios, arañas y peces. Por ejemplo, un murciélago insectívoro se alimenta de miles de mosquitos en una sola noche para cumplir sus requerimientos nutricionales. Por otro lado, la melaza secretada por algunos pulgones, que es producto de su digestión, tiene gran importancia ecológica al ser rica en carbohidratos, proporcionando un recurso alimenticio para especies de hormigas, colibríes y abejas melíferas.

Por su parte, los insectos carroñeros son **recicladores ecológicos de nutrientes**, ya que al consumir animales y plantas en descomposición, reincorporan la materia orgánica al ciclo de los nutrientes. El **mutualismo** es otra función de los insectos, por ejemplo, la hormiga de cornizuelo (*Pseudomyrmex ferruginea*) protege a las plantas cornizuelo (*Acacia cornigera*) contra insectos herbívoros y plantas trepadoras a cambio de hospedaje y alimento.

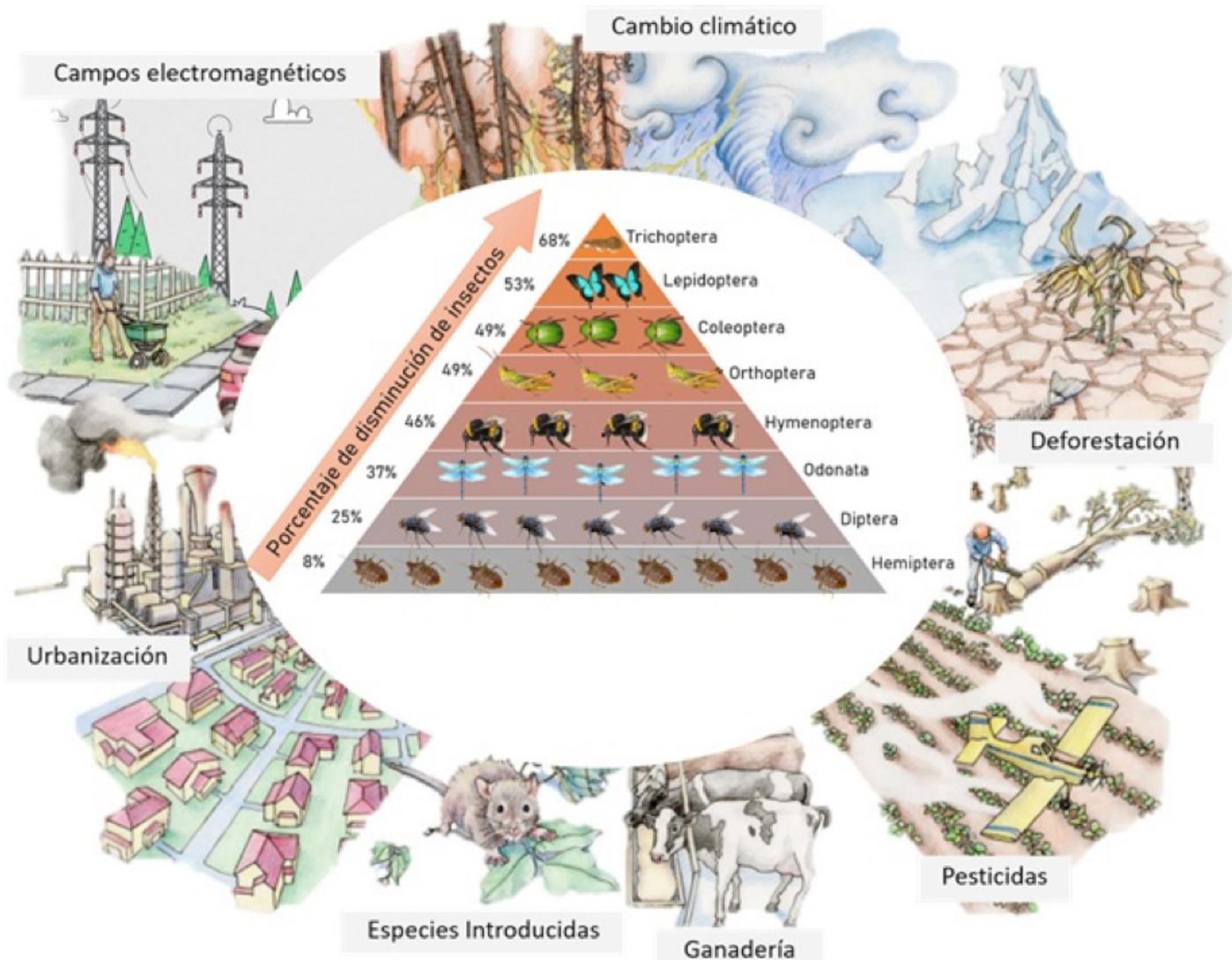
Principales amenazas a los insectos

Los insectos se han visto perjudicados por las actividades humanas, siendo las principales causas de su declive la exposición a pesticidas, pérdida de hábitat y cambio climático. Se estima que el 40 % de las especies de insectos del mundo se encuentran amenazadas. Los principales grupos que han disminuido a nivel mundial son los tricópteros con el 68 %, mariposas con el 53 %, escarabajos y Ortópteros con el 49 %, y abejas con el 46 %.

Particularmente en América del Norte, la migración de la mariposa monarca desde Canadá hasta México, se ha visto disminuida en un 80 % en la última década, debido a la pérdida de hábitat a lo largo de su ruta migratoria, principalmente la planta de la que se alimentan, el algodoncillo (*Asclepias* spp.) y la deforestación del bosque templado de oyamel (*Abies religiosa*) en México donde hibernan.

La pérdida de hábitat como consecuencia de las actividades humanas, como el cambio de uso





Causas y disminución de los insectos en la última década. Fuente: Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019. Ilustración Modificada de Virginia R. Wagner (artista).

de suelo, urbanización, agricultura y ganadería, ha transformado grandes áreas boscosas en pequeños fragmentos, cada vez más aislados, que alteran los procesos ecológicos y, por ende, la disminución de la diversidad de insectos, los cuales **resultan ser muy sensibles a la pérdida del hábitat y de recursos**. Un ejemplo son las poblaciones de polillas que hibernan y se desarrollan en herbáceas y árboles, la eliminación de estos por cultivos agrícolas provoca la disminución de las polillas.

Como mencionamos, la **contaminación por pesticidas es otro factor de amenaza**, ya que tiene efectos en su comportamiento, provocan estrés y enfermedades. Particularmente en el caso de las abejas, los pesticidas provocan trastornos en el crecimiento, neurológicos, reducción de la eficiencia del sistema inmunológico, función respiratoria, reproductiva y supervivencia. Las abejas cercanas a cultivos, consumen alimentos contami-

nados por pesticidas y el resultado es que el 75 % de la miel recolectada en el mundo, presenta algún porcentaje de contaminación de este tipo.

Además, los plaguicidas lixiviados de la agricultura desembocan en los cuerpos de agua cercanos, provocando que las comunidades de insectos acuáticos como los tricópteros, específicamente la especie *Potamyia flava*, sean menos abundantes y diversos por la poca tolerancia a los contaminantes.

El cambio climático también ha ocasionado una migración de insectos de partes bajas donde habitaban, a zonas más elevadas, debido al aumento de la temperatura. Asimismo, estudios actuales muestran que el cambio climático ocasiona que surjan **plagas que dañan el bosque**, como el insecto barrenador *Dendroctonus ponderosae* en los pinos.

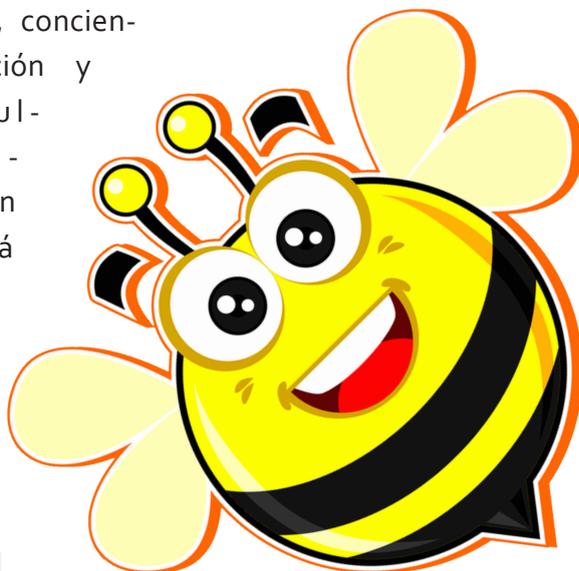
Otro factor menos documentado que amenaza a los insectos es la **contaminación lumínica**. La composición espectral de las fuentes de luz exterior aumenta la exposición a depredadores y tiene efectos perturbadores en el comportamiento y ciclo de vida de las polillas. Adicionalmente, los campos electromagnéticos, como cables de alto voltaje, afectan la orientación y conducta de algunos insectos, perjudicando el aprendizaje, el vuelo y la alimentación, esto aumenta el gasto de energía, la colecta de alimentos y su salud.

¡Contribuyamos al cuidado de los insectos!

Sabemos que los insectos son numerosos, que ocupan múltiples funciones y todos son necesarios para el ecosistema; los insectos cumplen importantes funciones ecológicas y sin ellos la mayoría de los procesos en el bosque no serían posible. **Sin los insectos, no existiría la polinización de un tercio de nuestros cultivos alimenticios**, ni alrededor de tres cuartas partes de todas las plantas florecientes, y la tierra estaría llena de basura orgánica y muchas especies que se alimentan de ellos padecerían hambre y algunos dejarían de existir.

Antes de finales del siglo XX, se creía que los insectos por ser muy numerosos no se podían extinguir. Sin embargo, hoy en día se prevé que si el deterioro del hábitat continúa igual, en dos décadas tendremos un tercio menos de insectos. Es por ello que es necesario su estudio y conservación, ya que en las últimas décadas se han visto amenazados por la acción humana. El manejo, conserva-

ción, concientización y divulgación será de



vital importancia para la supervivencia de muchas especies, incluida la humana.

Todos podemos contribuir al cuidado de los insectos, por ejemplo, plantando vegetación nativa en nuestro jardín y evitando los pesticidas, prácticas agrícolas sin monocultivos, no importar plantas o animales que dañen a las especies nativas, hasta proponer a los gobiernos la construcción de áreas verdes en la ciudad y áreas naturales protegidas. Por lo tanto, debemos valorar y entender las múltiples funciones ecológicas, ambientales y ecosistémicas que proveen los insectos, tanto en ambientes naturales como en sitios urbanos, y que son gratuitos para todos los seres humanos. **Te invitamos a crear conciencia sobre el valor que tienen los insectos para los bosques y las ciudades.**



Arizmendi C. (2009). La crisis de los polinizadores. *Biodiversitas*, 85, 1-5.
<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Coro-2009.pdf>

Del-Val E. y Sáenz-Romero C. (2017). Insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae) y cambio climático: problemática actual y perspectivas en los bosques templados. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 20(2), 53-60.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v20n2/2395-8723-tip-20-02-00053.pdf>

Guzmán-Mendoza R., Calzontzi-Marín J., Salas-Araiza M.D. y Martínez-Yáñez R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 370-379.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v32n3/0065-1737-azm-32-03-00370.pdf>

ARTÍCULO

Hormigas ¿Villanas o heroínas?

Susana Maza-Villalobos y Alfredo Castillo-Vera

Foto: Emanuel Rodríguez, tomada de <https://pixabay.com>

Susana Maza-Villalobos. CONACYT-ECOSUR, Tapachula de Córdoba y Ordóñez, Chiapas. Investigadora Cátedra-CONACYT.
smazavm@gmail.com

Alfredo Castillo-Vera. Investigador de ECOSUR, Chiapas, Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas, DASA.
acastill@ecosur.mx

Mi interés por las hormigas

Llevo más de una hora entretenida viendo y pensando qué tanto hacen las hormigas en las hojas de mi enorme y bella mafafa (*Xanthosoma robustum*). Curiosamente, las hormigas no se lleven pedacitos de las hojas como suelen hacer con otras plantas de mi jardín, por el contrario, solo dan vueltas y vueltas, suben y bajan de la planta, algunas hormigas llevan a otros bichitos sobre sus espaldas y las dejan sobre las hojas, pero no sé quiénes son esos bichitos. Como no soy mirmeóloga (alguien que se dedica al estudio de las

hormigas) o entomóloga (persona especialista en insectos), he decidido buscar información científica y visitar a especialistas para que me platicuen de estos maravillosos insectos: las hormigas, y de paso, de los bichitos acompañantes que estas llevan.

Los expertos me comentaron que las hormigas pertenecen a la orden Himenóptera y a la familia Formicidae. Se caracterizan por ser insectos sociales, viven formando colonias u hormigueros de unos cuantos individuos, o incluso de cientos de hormigas. En cada colonia, por lo regular, existe una o algunas **reinas** que se dedican exclusivamente a poner huevos con ayuda de un grupo de **zánganos**, quienes solo copulan con la reina. Gran parte de la colonia está formada por hormigas **obreras o soldados**, que son hembras infértiles que se encargan de cuidar y defender la colonia, buscar alimento, entre otras tareas.

¿De qué se alimentan las hormigas?

Yo pensé que las hormigas se comían todo eso que se llevan cargando en sus espaldas, pero resulta que no. Por ejemplo, las hormigas que

acarrear pedacitos de hojas y dejan podadas las plantas de nuestros jardines, lo hacen para cultivar dentro de sus hormigueros, los **hongos** de los cuales se alimentan. Lo más impactante para mí, es saber que este tipo de hormigas pueden detectar qué planta le sirve al hongo para crecer y tener un buen sabor y qué planta no. Ahora entiendo por qué las hormigas no se llevan la hierba de mi jardín y por qué atacan ferozmente los rosales de mi mamá. ¡Ah! Pero también existen hormigas que se alimentan de **carne o de miel**, ya sea producida por alguna planta o animal. Incluso hay una especie llamada hormiga Drácula (*Adetomyrma venatrix*), que solo vive en Madagascar y que se considera pseudo caníbal o caníbal inofensiva porque, aunque se alimenta de **otras hormigas** de su especie, solo obtiene fluido de estas, sin hacerles daño.

Las hormigas y sus relaciones con otras especies

Las hormigas, además de formar sociedades bien organizadas, mantienen relaciones con otras especies, generando diversas **interacciones bióticas**, es decir, relaciones con otros seres vivos como plantas, invertebrados, hongos, aves, mamíferos y muchos otros organismos.



Foto: Gobson, tomada de <https://pixabay.com>

Foto: Andrei Arz, tomada de <https://pixabay.com>

En estas interacciones bióticas, las hormigas pueden ser las heroínas de la historia, al defender y cuidar al organismo con quien se asocia. Por ejemplo, hay unas hormigas muy feroces, como la especie *Pseudomyrmex ferrugineus*, que habita en los **árboles de huizache** (*Acacia cornigera*) de los bosques tropicales secos o de los matorrales de México y que son fieles defensoras de esta planta la cual, **a cambio de defensa, les proporciona a las hormigas una casa segura para vivir.** ¿En dónde crees que viven las hormigas que están en el huizache? Ni más ni menos que en esas grandes espinas en forma de cuerno, que son huecas y perfectas como departamentos para que las hormigas habiten. Cuando la planta de huizache es sacudida o tocada por algo, muy probablemente otro animal con ganas de comerse un plato de huizache, las hormigas, que sienten la vibración del movimiento, salen corriendo en defensa de la planta; incluso, muchas de ellas saltan y se avientan, como en las películas de cine, sobre el animal que ha osado interrumpir a la planta y que, como penitencia, recibe pequeñas pero fuertes mordidas por parte de las hormigas. Ante este enorme

dolor, al herbívoro no le queda más que alejarse del huizache y aprender la lección. Seguro que no volverá a asomarse por ahí. Por eso, cuando andes cerca de uno de estos árboles, ten mucho cuidado porque las hormigas están a la defensiva y cualquier contacto físico con la planta puede costarte una decena de dolorosas mordeduras.

De hecho, estas mismas hormigas **mantienen a los huizaches libres de enredaderas**, ya que en cuanto las ramitas empiezan a envolverlo, estas usan sus fuertes mandíbulas como tijeras de podar y cortan la enredadera. De no hacerlo, la enredadera puede envolver al huizache y reducir la cantidad de sol que este árbol necesita para obtener su alimento. ¿Qué tal? ¡Las hormigas están en todo!

Aunque las hormigas parecen ser las aliadas perfectas para las plantas porque las protegen de diversos daños, no siempre resulta ser así. ¿Recuerdan esos bichitos acompañantes que llevan las hormigas a mi mafafa? Los expertos me han explicado algo extraordinariamente interesante. Esos bichitos resultan ser unos **insectos llamados áfidos o pulgones**, pertenecientes a la fami-

lia Aphididae que se alimentan de la savia de las plantas mediante una estructura, a manera de popote, que insertan en la planta y a través del cual la succionan. Después de comer, los áfidos **excretan** como desecho **una especie de miel dulce** que vuelve locas a las hormigas, pues es un alimento rico en azúcares, e incluso contiene proteínas y grasas.

En sus primeras etapas de desarrollo, los pulgones están en el suelo, pero después tienen que vivir sobre una planta para alimentarse. Como a veces transportarse requiere mucha energía y es riesgoso para ellos, pues son muy chiquitos, lentos y pueden ser fácilmente depredados, algunas especies han logrado asociarse con las hormigas, quienes **cargan con ellos y los llevan hasta las plantas**, cuidándolos de los depredadores y teniendo como recompensa la mielecilla de los pulgones. Como podemos ver, en esta interacción hormiga-pulgón-planta, la hormiga se comporta como villana ante la planta, pero es la heroína del pulgón. Para este tipo de interacción biótica, además de pulgones, también se ha reportado la actividad de otros insectos como piojos harinosos

(familia Pseudococcidae) y escamas (superfamilia Coccoidea), quienes usan a las hormigas como protección y transporte.

Las hormigas en el control biológico de plagas

Estas observaciones interesantes han permitido que se desarrollen investigaciones científicas sobre el control biológico de plagas, es decir, el manejo de especies dañinas a través de interacciones con otros organismos vivos. El **uso de hormigas como control biológico de plagas** es muy antiguo, desde hace muchísimos años en China se usa la hormiga tejedora u hormiga verde (*Oecophylla smaragdina*) para controlar plagas. De hecho, esta misma especie es actualmente usada para el manejo de palomillas (lepidópteros), áfidos y escarabajos (coleópteros) en cultivos de cítricos. Con el uso de estas hormigas, los productores ahorran la mitad de dinero en la compra de agroquímicos para controlar a las plagas de cítricos.

Lo anterior, permite disminuir la inversión económica y reducir el impacto al ecosistema por contaminación de agroquímicos. Este tipo de manejo también se desarrolla en nuestro continente,



Foto: Myriams, tomada de <https://pixabay.com>

un ejemplo, es el estudio en los sembradíos de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua, en donde al exterminar a todas las hormigas con cebos especiales, se descubrió que la población de gusano cogollero aumentó muchísimo, dañando severamente los cultivos de maíz; antes de ser exterminadas las hormigas, el daño por este gusano, e inclusive de otras plagas, era menor.

Sería maravilloso que todas las plagas pudieran controlarse biológicamente, así dejaríamos de usar tantos agroquímicos. Sin embargo, para el caso de las hormigas, una de las limitaciones a la cual se enfrenta la comunidad científica es la **variación en su alimentación**, ya que, aunque en algunas especies puede ser muy específica, su dieta puede cambiar en un tiempo y espacio determinado. Otras especies comen casi de todo, como la hormiga de fuego (*Solenopsis invicta*) que es una especie muy agresiva, con poblaciones abundantes y que se ha convertido en una plaga invasiva en muchos lugares del mundo. Excepcionalmente,

algunas especies de hormigas tienen una alimentación extremadamente especializada y comen un solo tipo de alimento, como las especies del género *Discothyrea*, que solo comen huevos de arañas.

Aun considerando este gran reto, el potencial que tienen las hormigas como controladoras de plagas es muy amplio y falta mucho por descubrir. Por ejemplo, con los resultados de una investigación que se hizo en los cafetales de Chiapas, se descubrió que las hormigas del género *Azteca*, tradicionalmente asociadas a áfidos, también servían para controlar larvas de *Pieris rapae*, un lepidóptero defoliador del café. Sin duda, es muy valioso que se sigan realizando estudios científicos que permitan conocer el alcance de estos hermosos insectos y otros invertebrados en el control natural de plagas.

Por lo pronto, de ahora en adelante miraré con otros ojos a las hormigas que me encuentre en el camino, tratando de descubrir si son **villanas o heroínas**.



Escárraga M. y Guerrero R. (2014). Hormigas. Un mundo de meñiques gigantes. *InfoZOA Boletín de Zoología*, 4, abril-junio.
<https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/infozoa/issue/download/205/Hormigas>

López-Riquelme G.O. y Ramón F. (2010). El mundo feliz de las hormigas. *Revista Especializada en Ciencias*

Químico-Biológicas, 13(1), 35-48.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v13n1/v13n1a4.pdf>

Rivas-Arancibia S.P., Carrillo-Ruiz H. y Bonilla A.A. (2014). Cuando las hormigas se convierten en plaga. *Revista Ciencia*, julio-agosto, 58-63.

https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/65_3/PDF/Hormigas.pdf

ARTÍCULO

Visibilidad e invisibilidad: Las alas transparentes de los insectos

Alexia López Guerrero y Luis Felipe Mendoza Cuenca



pixabay.com

Alexia López-Guerrero. Licenciada en Biología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
alexia.logue@gmail.com

Luis Felipe Mendoza-Cuenca. Profesor-Investigador del Laboratorio de Ecología de la Conducta, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
lfmendoza@umich.mx

Los insectos son el grupo más diverso de animales y quizá el más espléndidamente adornado. La impresionante diversidad de colores que podemos observar en alas y diferentes partes del cuerpo de insectos, como en mariposas, escarabajos, mariquitas y libélulas, han evolucionado en respuesta a sus necesidades de comunicación, atracción de pareja, camuflaje, e incluso advertencia de toxicidad ante depredadores. No obstante, existe un enorme número de insectos voladores en órdenes como los dípteros (moscas), lepidópteros (mariposas) y odonatos (libélulas), cuyas alas (o parte de ellas) son totalmente traslúcidas y, a pri-

mera vista, aparentemente invisibles. Sin embargo, como dice el refrán «el león no es como lo pintan» y este artículo tiene por objeto explorar la **dualidad funcional invisibilidad-visibilidad de las alas transparentes en insectos**.

Para entender esto hablemos de color. Desde niños nos enseñan los colores primarios que observamos, por ejemplo, en un arcoíris, pero, ¿por qué los vemos? La percepción visual del color únicamente se da en presencia de luz y, en la naturaleza, la fuente principal de luz es el sol. La porción del espectro electromagnético emitido por el sol dentro del rango entre los 400-700 nanómetros, se denomina espectro visible de la luz por ser las longitudes de onda visibles para el ojo humano y otras especies animales. Cuando la luz del sol impacta cualquier objeto, cuerpo o sustancia, parte de las ondas electromagnéticas se absorben, pero otras son reflejadas y percibidas por nuestros ojos, estimulando nuestros fotorreceptores que envían la información en forma de señales nerviosas al cerebro donde son interpretadas.

Colores en el mundo natural

Existen dos tipos de coloraciones: **coloración pigmentaria** y **coloración estructural**. La primera, como su nombre lo indica, se debe a pigmentos, es decir, partículas de algún material o químico pigmentario producido por rutas metabólicas y depositadas en diversas estructuras y tejidos. Un ejemplo es la melanina que se encuentra en escamas de peces, plumas de aves, e incluso en nuestra piel y cabello.

La coloración estructural, se produce cuando la luz se dispersa al tocar superficies con nano-estructuras microscópicas, un ejemplo espectacular es la **iridiscencia**, que es la propiedad que presentan ciertas superficies que aparentemente cambian su color cuando el ángulo de iluminación o visión es distinto, debido a que la luz se descompone en nano-estructuras que separan las distintas longitudes de onda del espectro electromagnético como vemos en el arcoíris o en las burbujas de jabón; esto también se presenta en distintas especies de animales y plantas.





En las alas de insectos, la iridiscencia resulta de patrones de interferencia de la luz entre las delgadas láminas superpuestas de quitina que componen las alas, estas combinan efectos de refracción y reflexión cuando la luz atraviesa y rebota las superficies de estas láminas. Estos patrones pueden ser diferentes entre especies y sexos, porque se modifican por diferencias estructurales de las alas como el grosor, número de capas, posición, número de venaciones y la presencia de vellosidades, en interacción con diferencias en los patrones de movimiento de las alas y el escenario («fondo») en el que los exhibe el insecto. En ese contexto, **los colores iridiscentes son de relevancia ecológica**, evolutiva y con importantes efectos en el comportamiento de reconocimiento de especies y elección de pareja.

Insectos con alas iridiscentes

Comencemos con los odonatos, comúnmente conocidos como libélulas y caballitos del diablo. En ellos, la iridiscencia puede presentarse en las

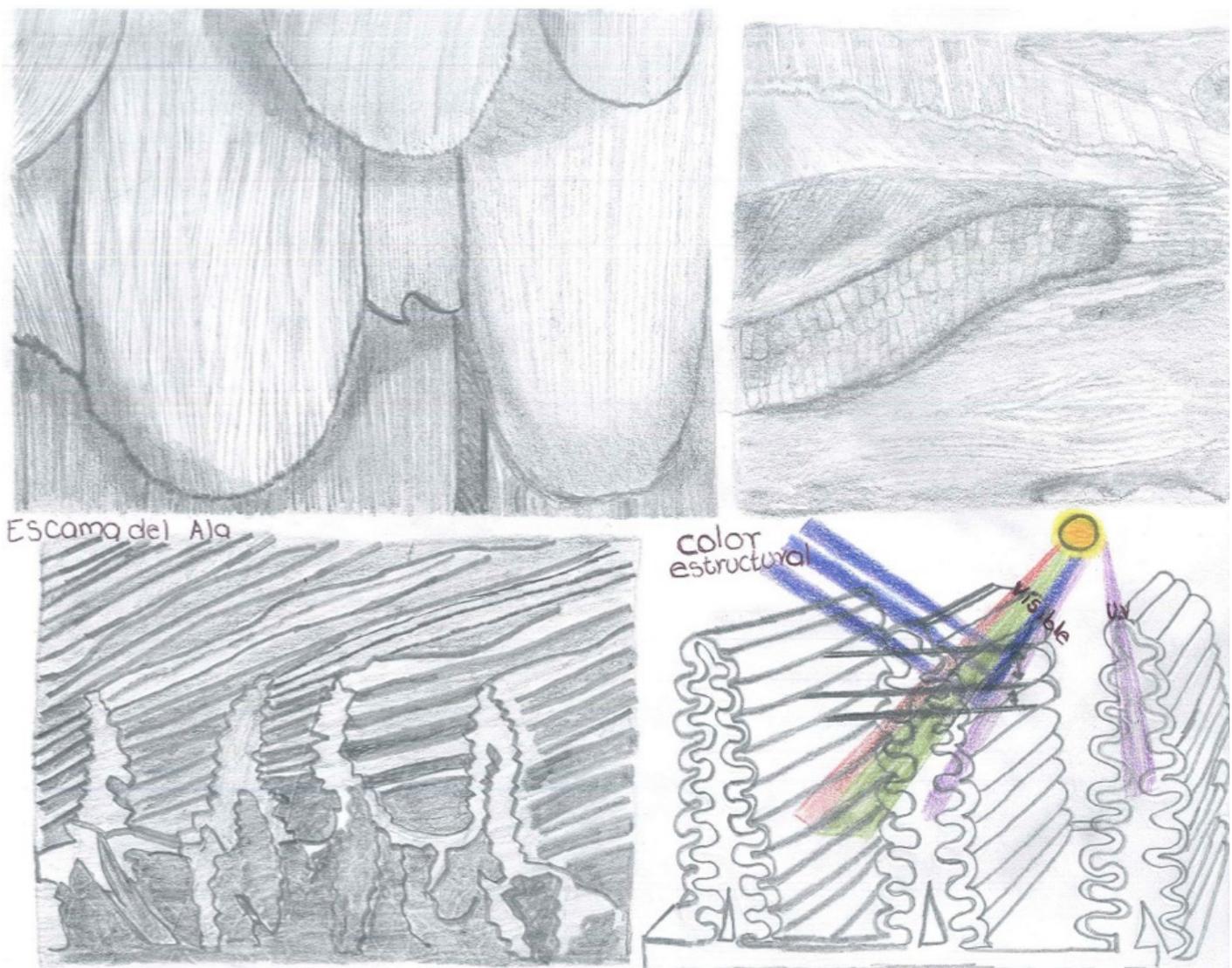
cuatro alas y ocurre por la interferencia óptica entre las capas de cutícula que conforman las alas en interacción con la presencia de cristales de cera presentes en la superficie ventral y dorsal de las alas, lo que resulta en patrones de reflexión y refracción de la luz. Recientemente, se ha estudiado la iridiscencia en libélulas como parte de la comunicación intraespecífica, concretamente la importancia de la exhibición de coloración estructural de las alas en los resultados de combates de defensa territorial que ocurren entre machos. Este sistema se llama **comportamiento selectivo de longitud de onda**, ya que el color de iridiscencia que se observa, depende de las longitudes de onda que el sistema visual del insecto sea capaz de apreciar, de la intensidad y longitudes de onda de la luz que inciden en las áreas donde los machos establecen sus territorios. Las señales iridiscentes en sus alas se reducen cuando se mantienen plegadas, cuando están en reposo y en especies que habitan en zonas con baja incidencia lumínica, como en la especie *Parablebia*

zoe que se distribuye en cañadas del bosque mesófilo de montaña, reduciendo la probabilidad de ser observados por sus depredadores.

Todos hemos visto distintas moscas —chicas, grandes, verdes, negras, etcétera—, pero eso sí, en todas las especies las alas son aparentemente transparentes y, si acaso, con adornos pigmentarios oscuros. Sus alas se componen por capas comprimidas de quitina, que al ser impactadas por la luz, esta rebota entre ellas formándose una extraordinaria gama de patrones de colores iridiscentes que, entre otras funciones, **permiten diferenciar entre especies y sexos**. En diversas especies del género *Drosophila* «moscas de la fruta», los machos realizan despliegues de cortejo para atraer pareja, separan sus alas del cuerpo exhibiendo una variedad de movimientos y posturas que son únicos en cada especie, al realizarlos, muestran los colores iridiscentes de sus alas y desprenden feromonas sexuales que son sustancias químicas atractivas para

las hembras. Se ha demostrado que los machos con mayor intensidad de iridiscencia en las alas presentan mayor grosor de estas, lo que modifica la saturación y el matiz del color, por lo que se sugiere que reflejan la condición de los machos incrementando su probabilidad de ser elegidos por las hembras para heredar a sus hijos estos colores estructurales.

Otra función es **reducir la probabilidad de depredación**. En las moscas *Ceratitis capitata* y *Anastrepha ludens*, las alas presentan iridiscencia por patrones de color y pigmento en forma de bandas. Resulta interesante que, cuando los individuos de estas especies se enfrentan a una araña saltarina, en vez de volar inmediatamente, se mantienen en el substrato y realizan un comportamiento de supinación en donde la mosca coloca las alas de manera perpendicular a su cuerpo, las mueven hacia adelante girando la parte ventral hacia el frente mientras se desplaza en zigzag. La combinación de los colores pigmentarios, la iridiscencia y el com-

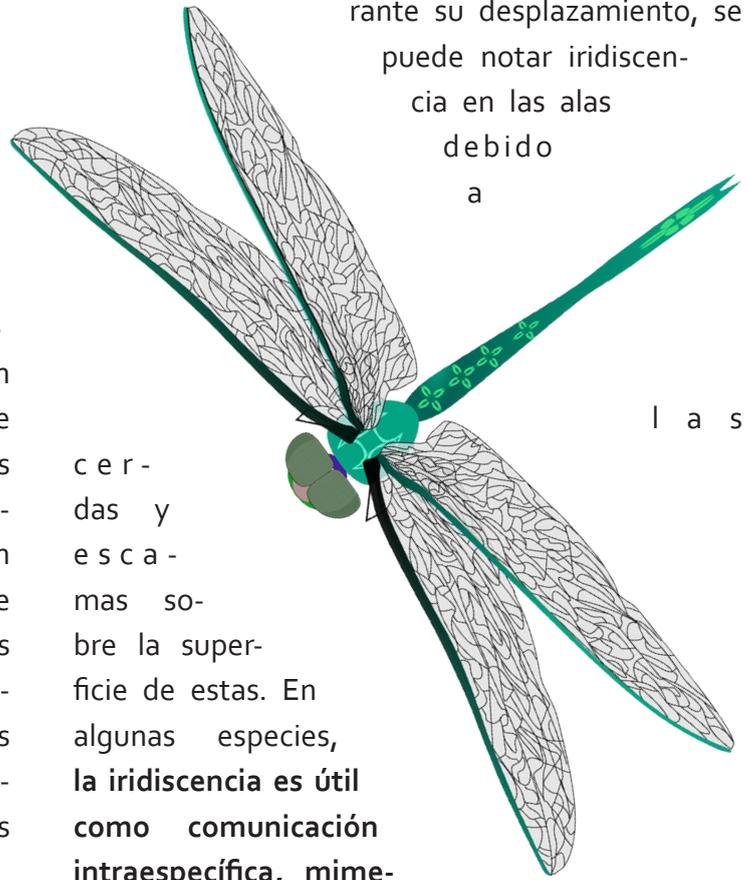


portamiento de las moscas, reducen su probabilidad de ataque.

Las mariposas es el grupo de insectos donde la transparencia de las alas alcanza su expresión más notable. Existen cientos de especies en la familia Ithomiinae conocidas coloquialmente como «**mariposas cristal**» o «**espejitos**», cuyas alas son prácticamente transparentes, a excepción de los bordes que presentan combinaciones de coloración pigmentaria. En algunas especies, las escamas de sus alas son sustituidas por cerdas, entre las cuales se acumulan capas de cera en forma de protuberancias que, al ser impactadas por la luz, reducen su velocidad de transmisión (son más densas que el aire), alterando y dispersando la luz en múltiples ángulos, la disposición de las protuberancias provoca que la luz rebote de una a otra, cual espejos reflejándose entre sí, como un truco de magia inventado por la evolución hace más de 10 millones de años.

La combinación de efectos reduce y difumina el brillo de la luz, resultando en la percepción de transparencia de las alas, asociando su distribución en bosques mesófilos o selvas tropicales (sitios con baja incidencia solar directa), con su comportamiento reproductivo donde los machos permanecen posados emitiendo feromonas de atracción para las hembras, el color del margen de las alas y **algunos patrones de bandas blancas permiten que sus alas les sirvan de camuflaje**, reduciendo

su detección. Sin embargo, durante su desplazamiento, se puede notar iridiscencia en las alas debido a



cerdas y escamas sobre la superficie de estas. En algunas especies, **la iridiscencia es útil como comunicación intraespecífica, mimetismo y selección sexual.**

Gracias a la **Ecología Visual**, ahora sabemos que las alas de los insectos, además del vuelo, tienen un papel muy importante en su entorno, sirven para evitar su depredación, ser más atractivos para las hembras y así tener un mayor éxito reproductivo, comunicarse entre especies, e incluso otras funciones hasta ahora no descritas del papel que juega la iridiscencia de estas increíbles alas.



Barrera-Escorcía H., Villeda-Callejas M.P. y Lara-Vázquez J.A. (2006). El vuelo de las libélulas y su utilización en la tecnología. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1), 31-37.
<https://www.redalyc.org/pdf/629/62912104.pdf>

Giraldo M.A. (2015). Alas iridiscentes: ingeniería fotónica natural. *Revista Experimenta*, 4, 33-37.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/experimental/article/view/24551/20077>

Ruiz-Rodríguez M. (2010). El color de las mariposas. *Danaus*, 1, 2-5.
https://www.researchgate.net/publication/258240904_El_color_de_las_mariposas

ARTÍCULO

Mi vecino el tlacuache

Julio Christopher Sendejas-Cancino y José Herrera-Camacho



Julio Christopher Sendejas-Cancino. Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1133113j@umich.mx

José Herrera-Camacho. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

jose.camacho@umich.mx

En una madrugada del verano pasado, al salir de mi casa, al sur de Morelia, me percaté de un extraño movimiento entre los arbustos al otro lado de la calle. Me quedé viendo fijamente durante unos segundos cuando de pronto, de entre las ramas, salió un animalito que parecía ser una rata gigante con dientes grandes y puntiagudos, despeinada y sin pelos en su cola. Me asombró ver un animal tan raro. Por un momento pensé que me iba a atacar; sin embargo, mi presencia no causó ninguna impresión en él y siguió su camino tranqui-

lamente, adentrándose a la maleza una vez más. Caminé hacia la escuela sin dejar de pensar en aquel animalito y, una vez en el salón de clases, le conté a mis compañeros sobre mi extraño vecino peludo y uno de ellos con una firme convicción me dijo: Ese era un tlacuache norteño.

¿Qué es un tlacuache?

El tlacuache norteño o zarigüeya (*Didelphis virginiana*), es un mamífero del grupo de los marsupiales, esto es, que tienen bolsa en el vientre. Se distribuye desde el sureste de Canadá hasta el noreste de Costa Rica. En México se encuentra en casi todo el territorio, habitan en tierras bajas cerca de ríos, tierras de cultivo y zonas suburbanas, encontrándose a menos de los tres mil metros de altura sobre nivel del mar. **Están emparentados con los canguros, koalas y el demonio de Tasmania;** no obstante, son los únicos del grupo de los marsupiales que se encuentran en América. Su nombre proviene del náhuatl 'tlacuatni' que significa «al comelón». Este simpático animal tiene un tamaño menor a 1 m, con un peso por debajo de los 2.8 kg; son nocturnos, arborícolas y terrestres, **no son te-**

rritoriales, pero pueden defenderse si se sienten amenazados, ya que tienen una dentadura compleja con dientes filosos.

La coloración de estos animales es gris o blanco en la espalda, presentan pelo largo y grueso con puntas blancas, su abdomen es completamente blanco. Su cabeza tiene coloración blanca en el rostro, con anillos oculares negros y una línea pálida en la frente. Su cola no presenta pelo y tiene un tamaño igual al del cuerpo, es prensil.

Estos animales tienen una alimentación omnívora, por lo que son **controladores de plagas**, de allí su importancia en los ecosistemas, pues ayudan a mantener las poblaciones de insectos, pequeños vertebrados y carroña. En una noche pueden cubrir hasta un área de 2.4 km² en busca de alimento.

¿Sabes cómo se reproducen?

Los tlacuaches alcanzan su madurez sexual entre los seis u ocho meses, las hembras tienen dos años de actividad reproductiva ya que pocas llegan al tercer año de vida, su periodo de gestación es de 12 o 13 días, teniendo una camada de seis a nueve





<https://pixabay.com/es>

crías. Al nacer, las crías tienen un tamaño de 1 a 1.5 cm y pesan de 130 a 160 g, después del nacimiento migran hacia el marsupio (bolsa externa en la zona del vientre), donde continúan desarrollándose hasta los 50 días, finalmente, se **independizan de la madre a los tres o cinco meses**.

Especies similares en México

Al investigar más acerca del tlacuache, supe que en México habitan siete especies adicionales a la *Didelphis virginiana*, las cuales se describen a continuación:

- **Tlacuache de agua** (*Chironectes minimus*) tiene un tamaño de 64 a 74 cm; su cara es color café con una franja blanca; sus patas traseras tienen membranas para facilitar la natación, mientras que en las delanteras sus dedos carecen de uñas.
- **Tlacuache común** (*Didelphis marsupialis*) posee un tamaño de 32 a 42 cm; el dorso es de color gris a negro; el pelaje es amarillo pálido; la cabeza es oscura excepto en el hocico donde es más pálido; es muy similar a la *Didelphis virginiana*, tanto que es difícil diferenciarlos a simple vista.
- **Tlacuache ratón mexicano** (*Marmosa mexicana*) es el más pequeño de los tlacuaches de México. Presenta un tamaño de 26 a 38.6 cm; los lados de la cara, el interior de las extremidades y el vientre, son de color amarillo blanquecino a marrón claro; tiene un anillo negro que rodea los ojos; el dorso es de color canela o rojo pardusco con tonalidades.
- **Tlacuache lanudo** (*Caluromys derbianus*) es un marsupial con un tamaño de 58 a 76 cm; la cara es de color gris; las orejas son redondeadas de color rosa; el pelo es largo, denso y fino.
- **Tlacuachín** (*Tlacuatzin canescens*) es un mamífero del tamaño de un ratón con los ojos grandes y oscuros; las ojeras muy visibles ya que carecen de pelo; la cola es más larga que el cuerpo.
- **Tlacuache café cuatro ojos** (*Metachirus nudicaudatus*) tiene un tamaño de 56 a 60 cm; es de color café pardusco; el pelo es relativamente corto y lanoso; no tiene marsupio.
- **Tlacuache gris cuatro ojos** (*Philander opossum*) posee un tamaño de 48 a 61 cm; la cara tiene una región oscura a manera de máscara; tiene un par de manchas blancas sobre cada ojo; su cuerpo es de gris pálido a negro.

Mitos relacionados con el tlacuache

Uno de los mitos más comunes es que **son ratas gigantes, lo cual no es verdad**, ya que son marsupiales, mientras que las ratas son del grupo de los placentarios. Otro de los mitos es que **son agresivos cuando en realidad su comportamiento es dócil** y fácil de domesticar, ya que son lentos y con mala visión. En algunas partes de México, consideran que la carne tiene propiedades medicinales, principalmente para alergias y el asma, o que es afrodisíaca. Ninguna de estas cualidades se ha comprobado.

Otro mito es que transmiten enfermedades como la **rabia**, enfermedad propagada por los virus del género *Lyssavirus* hacia los animales y el hombre. En el humano, es transmitida principalmente por la saliva de animales infectados; sin embargo, los tlacuaches **no son portadores** debido a que su temperatura corporal es de 34 a 37 °C, lo cual no permite que el virus se incube en su cuerpo.

Datos curiosos

Investigadores del departamento de Psicología de la Universidad de Florida en los Estados Unidos de América, determinaron que la frecuencia de audición de los tlacuaches es de uno a 64 KHz, mientras que el del humano es de 20 a 20 000 KHz, esto significa que están en el rango de infrasonidos registrado en los topos y elefantes.

La familia Didelphidae presenta cinco dedos en manos y pies, y muchas especies presentan *hallux pollex* o pulgar flexible en las patas delanteras.

En *Didelphis virginiana*, el dedo pulgar es flexible en las patas traseras, pero no en las delanteras.

Depredadores principales y mecanismos de defensa

Su depredador principal es el hombre, además de aves rapaces, coyotes (*Canis latrans*) y serpientes como boas. Sin embargo, tienen varios mecanismos de defensa y pueden sobrevivir al veneno de la serpiente cascabel. También, pueden simular que están muertos al entrar en **estado de coma cuando sienten peligro**, a esta habilidad se le llama **tanatosis**.

Estado de conservación

Para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), esta especie se encuentra clasificada como de menor preocupación. En México, en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encuentra en ninguna categoría de riesgo. Aunque en México se conoce sobre la distribución de la especie y su biología, hay muy pocos estudios moleculares en el Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI, por sus siglas en inglés), solo se encuentran almacenados 394 secuencias de ADN.

Se conoce poco de los tlacuaches, por lo que resulta interesante su estudio, pues representa una especie endémica del continente americano, a la vez que el estudio de su genoma podría aportar pistas sobre su origen y de cómo evolucionó hasta lo que es hoy. **¡Esto daría conciencia para protegerlo!**



Aranda-Sánchez J.M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México, 39-52.
https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/ManualRastreoMamiferosMexico.pdf

Pérez-Hernández R., Lew D. y Solari S. (2016). *Didelphis virginiana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T40502A22176259.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T40502A22176259.en>

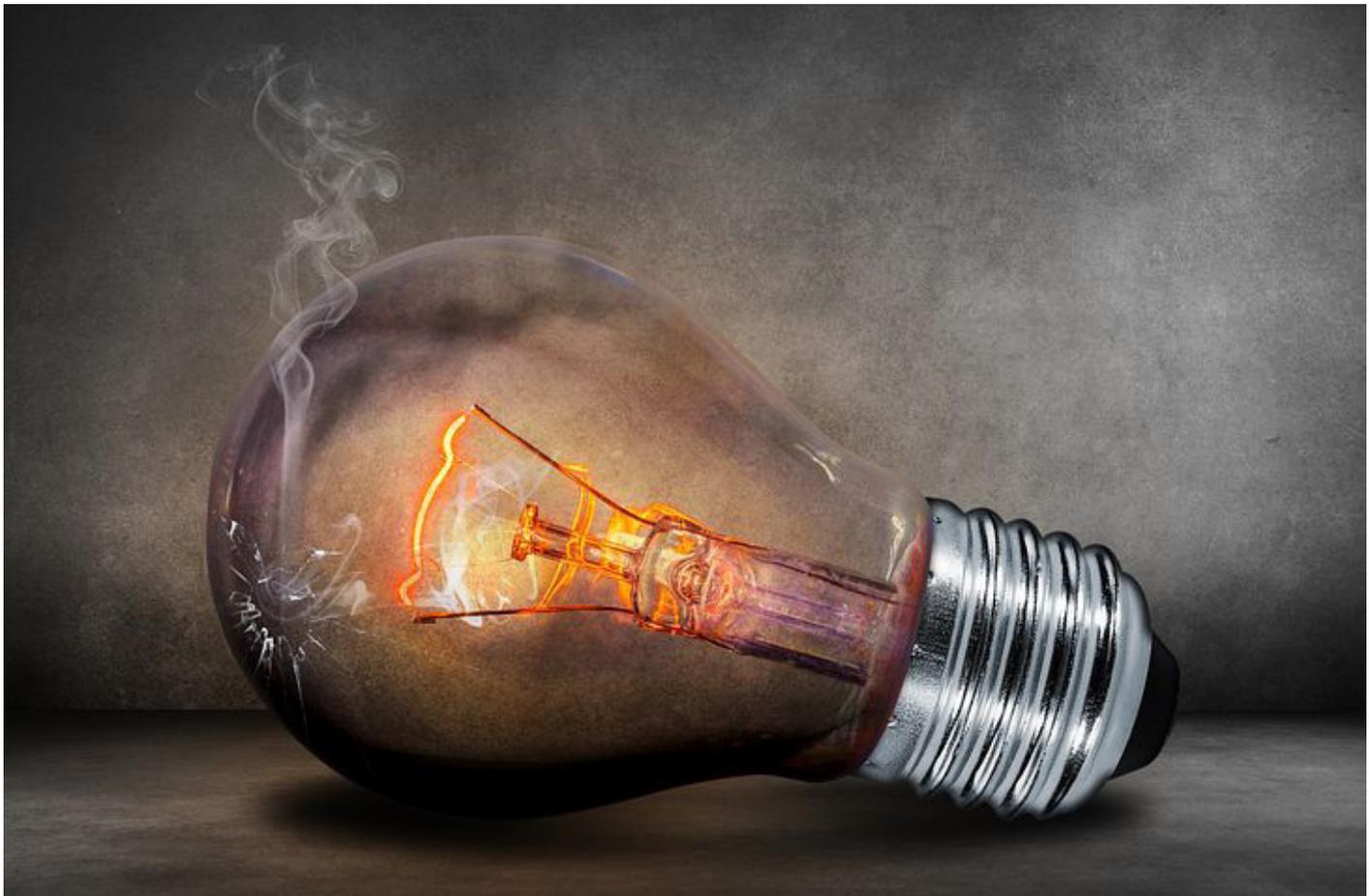
NCBI. (2021). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=9267>

Núñez G.A. (2005). *Los Mamíferos silvestres de Michoacán diversidad, biología e importancia*, Primera edición, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Coordinación de la Investigación Científica, Facultad de Biología, Laboratorio de Mastozoología, 21-26.
http://bios.biologia.umich.mx/files/los_mamiferos_silvestres_de_michoacan_arturo_nunez_garduno.pdf

ARTÍCULO

La Guerra de las Corrientes: Una de las grandes rivalidades del siglo XIX

Paula Adriana de la Cruz Ochoa y Eduardo Salvador Bañuelos Cabral



Paula Adriana de la Cruz Ochoa. Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad de Guadalajara.
padriana.delacruz@alumnos.udg.mx

Eduardo Salvador Bañuelos Cabral. Profesor e Investigador adscrito al Departamento de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad de Guadalajara.
eduardo.banuelos@academicos.udg.mx

El siglo XIX es considerado como el más prolífico en tecnología, ya que surgieron innovaciones de avanzada como la corriente alterna, que fue el resultado de una pugna que tuvo lugar para establecer el sistema de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica que se usaría a nivel mundial. A continuación, descubrirás cuáles fueron los **dos grandes inventores que protagonizaron este conflicto** ideológico, así como las razones que los llevaron a defender sus respectivos

proyectos hasta el último aliento. Desde la inauguración de la central termoeléctrica de Pearl Street en 1882, y hasta la adjudicación a uno de los bandos para la construcción de la gran central hidroeléctrica del Niágara poco después de 1893, ocurrieron diversos eventos que fueron impulsados por los intereses económicos de dos grandes empresas que también competían entre sí, y que ocasionaron que esta guerra tomara un ritmo frenético que motivó la realización de actos públicos donde se electrocutaban animales.

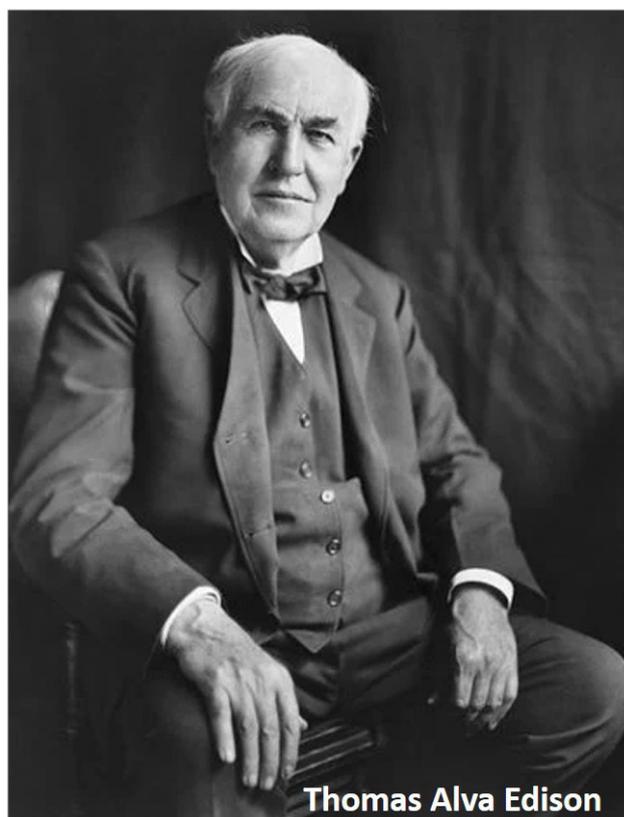
La pugna entre Nikola Tesla y Thomas Alva Edison

Si gustas de la ciencia y la tecnología, seguramente alguna vez habrás escuchado o leído algo sobre personajes tan influyentes como **Nikola Tesla y Thomas Alva Edison**, pero también es probable que no sepas que estos grandes inventores protagonizaron una pugna para imponer su respectiva ideología acerca del tipo de generación y transmisión eléctrica como la mejor opción. Ambos entendían perfectamente que el sector estaba en pleno desarrollo y que eso no solo ponía en juego el tipo de electrificación en los Estados Unidos de América, sino también el que se usaría en el resto del mundo.

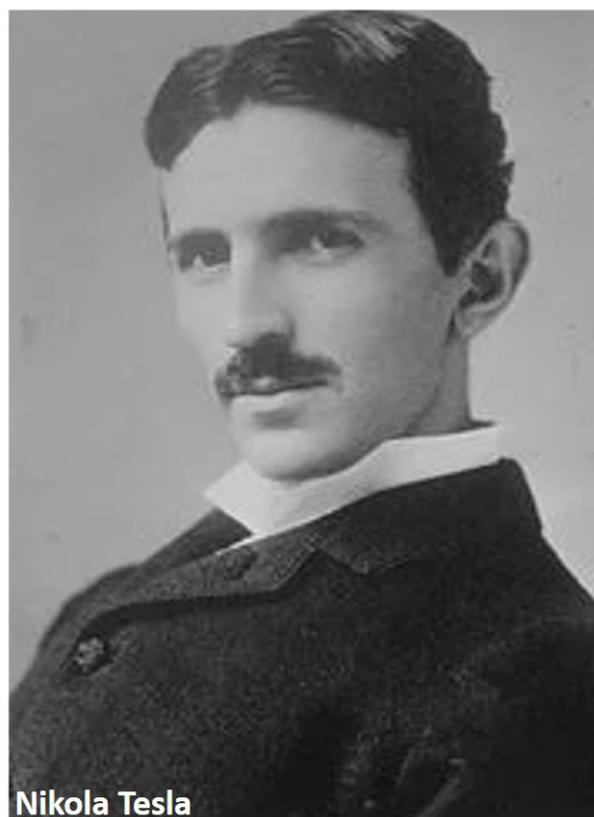
La rivalidad se situó a finales del siglo XIX en los Estados Unidos de América, donde por un lado encontramos a un reconocido científico, Edison, y por el otro, a un incipiente Tesla. Era una guerra que parecía muy dispareja. Quizá ahora nos podríamos preguntar si esta confrontación pudo haberse evitado si Edison hubiera reconocido las ventajas que la idea de Tesla presentaba respecto a su desarrollo, de haber sido así, seguramente no estarías leyendo esto. Pero por el contrario, **Edison decidió tomar el camino de la confrontación.**

Al tipo de generación eléctrica desarrollado por Edison se le conoce como Corriente Continua (CC) y a la de Tesla como Corriente Alterna (CA). Sin entrar en detalles técnicos, la idea de Tesla presentaba ventajas, al menos en ese entonces, ya que era una opción ideal para hacer mejoras al sistema pionero de CC, pero Edison prefirió percibirla como una amenaza potencial para el imperio que había formado, razón por la cual se opuso enérgicamente a su introducción, dando origen a un período breve, pero de intensas disputas que se ha denominado «**La Guerra de las Corrientes**».

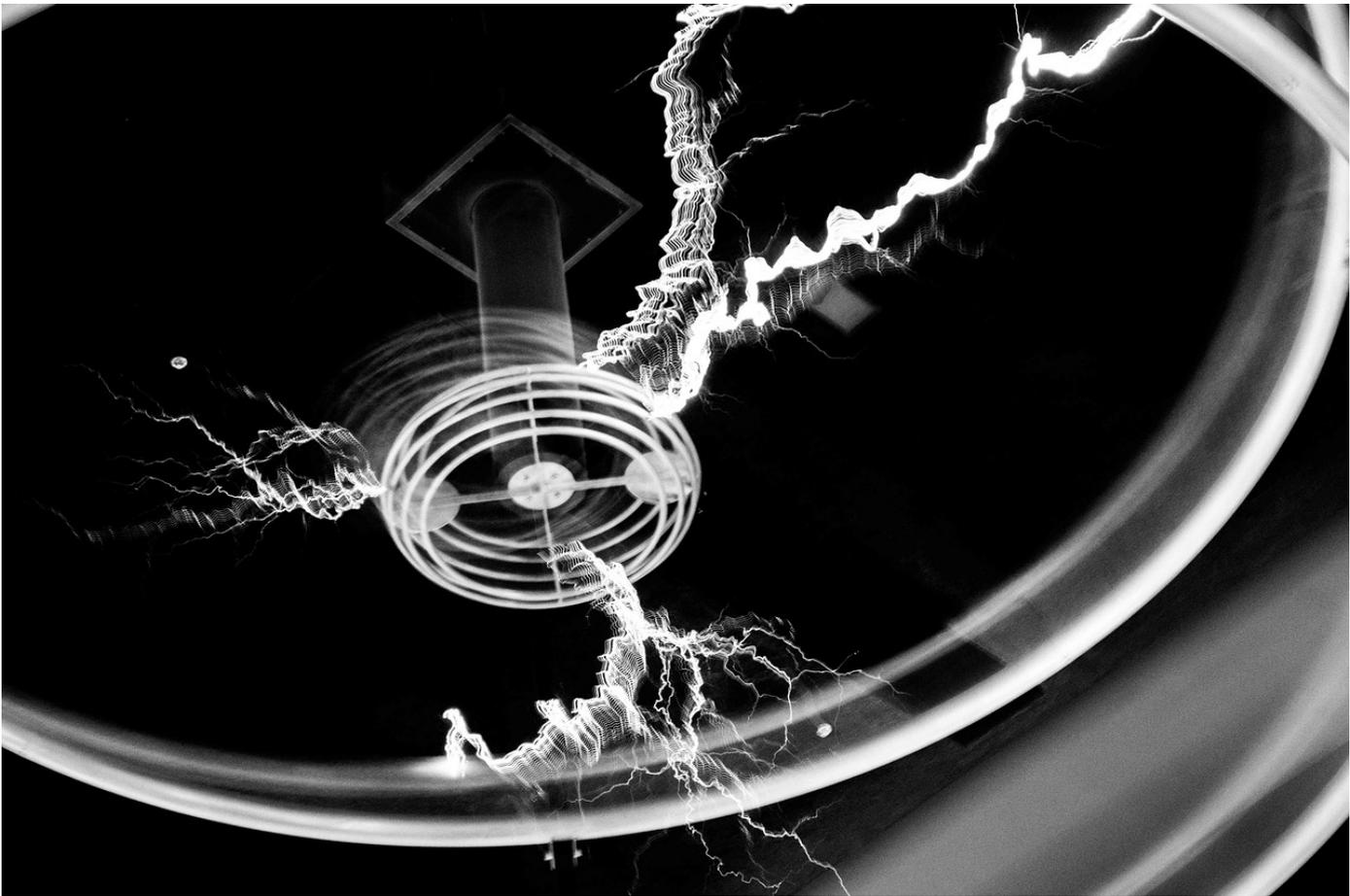
El comienzo de esta historia se podría remontar a los intentos fallidos de Tesla por encontrar respaldo financiero en Francia y Alemania para poder desarrollar sus revolucionarias ideas, motivo por el



Thomas Alva Edison



Nikola Tesla



cual decidió zarpar a Nueva York en 1884 con tan solo cuatro centavos en el bolsillo y la carta de recomendación de un socio comercial de Edison llamado Charles Batchelor, quien escribió lo siguiente: «Mi querido Edison, conozco a dos grandes hombres y usted es uno de ellos. ¡El otro es este joven!».

Tan pronto como llegó, Tesla pudo cumplir su objetivo de conocer a Edison y, aunque este no se interesó en las ideas de Tesla sobre la CA, lo contrató para realizar mejoras en las plantas generadoras de CC a cambio de una cuantiosa recompensa económica. Después de varios meses, Tesla culminó con éxito su encomienda, pero no recibió nada de aquello que se le había prometido, entonces, renunció de inmediato y fue así como **se despidió del hombre a quién había admirado tanto**. Luego de su renuncia, trabajó durante un tiempo para un grupo de inversores que lo motivaron a desarrollar una lámpara de arco, única en diseño y eficiencia, desafortunadamente, todo el dinero ganado fue para los inversores. No obstante, su suerte estaba a punto de cambiar, ya que el respaldo que recibió por parte del director de la Western Union Company le permitió desarrollar los principales componentes que dieron lugar al sistema de generación y transmisión de energía eléctrica de CA, mismo que se utiliza actualmente en todo el mundo.

Al poco tiempo, Tesla ya había solicitado **siete patentes estadounidenses** que pudieron ser emitidas sin ninguna impugnación debido a las **ideas tan originales** que presentaban y que hicieron de ellas las **de mayor valor comercial desde el teléfono**. Cuando George Westinghouse se enteró de los logros de Tesla, reconoció que él tenía la pieza clave para la transmisión de energía eléctrica a larga distancia, así que compró sus patentes y lo contrató para unir esfuerzos y poder competir contra The Edison General Electric Company. Apenas las empresas de Edison habían dado a conocer las ventajas de su sistema de CC, cuando el equipo de ingeniería de Westinghouse ya se encontraba trabajando en el perfeccionamiento de los sistemas de transmisión y distribución de energía en CA con el propósito de eliminar uno a uno los argumentos y afirmaciones de los defensores de la CC.

A partir de ese momento, **Edison lanzó una campaña de desprestigio contra la CA**. Su juego sucio llegó al punto de motivar a sus partidarios a realizar demostraciones públicas donde la utilizaban para electrocutar perros y caballos viejos sobre un escenario, todo ello con el objetivo de crear miedo en las personas y que la consideraran como una amenaza para sus hogares y negocios, pero sobre todo, para hacerles creer que habría consecuencias

como esas si se decidía electrificar al país a través de este sistema. Poco ayudó a la causa de Tesla el hecho de que en estos mismos años apareció un supuesto defensor de la seguridad pública, se trataba de Harold P. Brown, un ingeniero autodidacta que asumió el título de profesor y que fue financiado en secreto por Edison para demostrar, de una vez por todas, el «peligro inminente» de la CA. Sin duda, Brown jugó un papel decisivo en todo esto, ya que logró que el estado de Nueva York reemplazara el ahorcamiento por la electrocución con CA como método para aplicar la pena capital, incluso, no pasó mucho tiempo cuando ya se había anunciado la fecha en la que se llevaría a cabo la primera ejecución; sin embargo, eso no era todo, ya que Harold alistaba una sorpresa más: la silla eléctrica tendría generadores Westinghouse que había conseguido de forma clandestina.

El conejillo de indias fue un asesino convicto que primero se sometió a 1300 volts durante 17 segundos, pero cuando se descubrió que todavía estaba vivo, se le administraron alrededor de 2000 volts hasta que el cuerpo se encendió y no pudo dejar de arder; el olor era insoportable y la escena tan espantosa que, tras lo sucedido, se sugirió utilizar el término *Westinghousing* como sinónimo de electrocución, aunque esto se quedó poco a poco en el olvido. Con todo lo anterior se puede decir que **Edison y su equipo habían ganado la guerra de la propaganda**, pero mientras ellos se enfocaban en desacreditar la CA, sus oponentes ganaban terreno en la guerra que importaba.

En 1893, Wes-

tinghouse



Corporation utilizó su sistema para iluminar la Feria Mundial de Chicago, una licitación que se les otorgó debido a que presentaron un presupuesto por la mitad de lo que pedía General Electric. Esta fue la oportunidad perfecta porque Tesla pudo exhibir con orgullo sus proyectos de CA ante los veintisiete millones de personas que asistieron a la feria. A partir de ese instante, estaba claro a quién correspondía el futuro de la electricidad, pero el predominio de los sistemas de energía de CA quedó confirmado a finales de ese mismo año cuando Westinghouse **obtuvo el contrato para desarrollar la central eléctrica de las Cataratas del Niágara**, algo con lo que Tesla había soñado desde su infancia.

Existen diversas versiones sobre lo qué fue de ambos genios después de este conflicto, pero eso quedará para otra ocasión, aquí lo importante es comprender que **el Proyecto Niágara representó el fin de La Guerra de las Corrientes** y ayudó a preparar el escenario para la electrificación universal que estaba por venir.

El desarrollo de Tesla fue la base para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, permitió electrificar grandes ciudades y con ello el desarrollo de toda la humanidad. Se pensaría que la CC desarrollada por Edison quedó en el olvido, pero es la base de toda la tecnología actual como televisores, celulares, computadoras, etc. Al final, la Corriente Continua de Edison y la Corriente Alterna de Tesla, han sido el complemento perfecto para el desarrollo de la humanidad.



Contenidos Digitales Endesa. (2019). Tesla contra Edison: la guerra que generó la corriente alterna. *Endesa*. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/otros/tesla-edison-guerra>

Doménech, F. (2015). Tesla contra Edison: una rivalidad mitológica. *OpenMind BBVA*. <https://www.bb->

vaopenmind.com/tecnologia/visionarios/tesla-contra-edison-una-rivalidad-mitologica/

Lacort, J. (2014). Nikola Tesla, el hombre que cambió el mundo, pero fue condenado al ostracismo. *Hipertextual*.

<https://hipertextual.com/2014/07/nikola-tesla-genios-historia>.

ARTÍCULO

La enfermedad del suicidio

Aarón Giovanni Munguía Rodríguez y Mauro Alberto Segura Lozano



Aarón Giovanni Munguía Rodríguez. Neurología Segura, Hospital Ángeles Morelia, Coordinador de Investigación.
juifrewq@gmail.com

Mauro Alberto Segura Lozano. Neurología Segura, Hospital Ángeles Morelia, Director Ejecutivo.
maurosegura@yahoo.com

¿Qué es la enfermedad del suicidio?

La neuralgia del trigémino o «enfermedad del suicidio», ha sido descrita como el **dolor agudo más intenso** que las personas pueden experimentar. La International Headache Society (Sociedad Internacional de Dolor de Cabeza) la define como: «Un trastorno caracterizado por un breve dolor unilateral recurrente, similar a una descarga eléctrica, de inicio y finalización abruptos, limitado a la distribución de una o más divisiones del nervio trigémino y desencadenado por estímulos inocuos».

El nervio trigémino es uno de los doce pares de nervios craneales cuya función es **percibir la presión, temperatura y dolor en la cara**, además de ser responsable de la función motora de los músculos involucrados en la masticación. El nervio se divide en tres ramas: oftálmica (V1), maxilar (V2) y mandibular (V3), las dos últimas son las más afectadas por la enfermedad, es por ello que al comienzo es confundida con un problema dental. En un esfuerzo desesperado por aliviar el dolor, los pacientes se someten a múltiples e innecesarios tratamientos odontológicos, algunos llegando incluso a retirarse todas las piezas dentales.

A medida que avanza la enfermedad, los ataques de dolor son cada vez más frecuentes e intensos, llegando a **afectar drásticamente las actividades físicas y sociales del paciente**. La ansiedad y el miedo a que cualquier estímulo pueda desencadenar el dolor, aunado a que los pacientes se sienten solos, impotentes e incomprendidos, puede tener un efecto sobre su salud mental, causando un trastorno depresivo mayor. En la antigüedad, no existían tratamientos para la neuralgia del trigémino, por lo que las personas optaban por quitarse la vida para terminar con su sufrimiento, es por ello que se le llamó «la enfermedad del suicidio».

Se tienen reportes de dolor facial desde Hipócrates en el siglo V antes de nuestra era, y de neuralgia desde el siglo I en los escritos de Gale-

no, Areteo de Capadocia y Avicena, pero fue hasta 1756 cuando fue nombrada «*tic douloureux*» (tic doloroso) por Nicholas André, debido a que los ataques de dolor están acompañados de un gesto involuntario de sufrimiento. También se le conoció como «Enfermedad de Fothergill», ya que el médico inglés John Fothergill fue el primero en dar una descripción completa y precisa del trastorno en una presentación a la Sociedad Médica de Londres, en 1773.

¿Qué tan común es la neuralgia del trigémino?

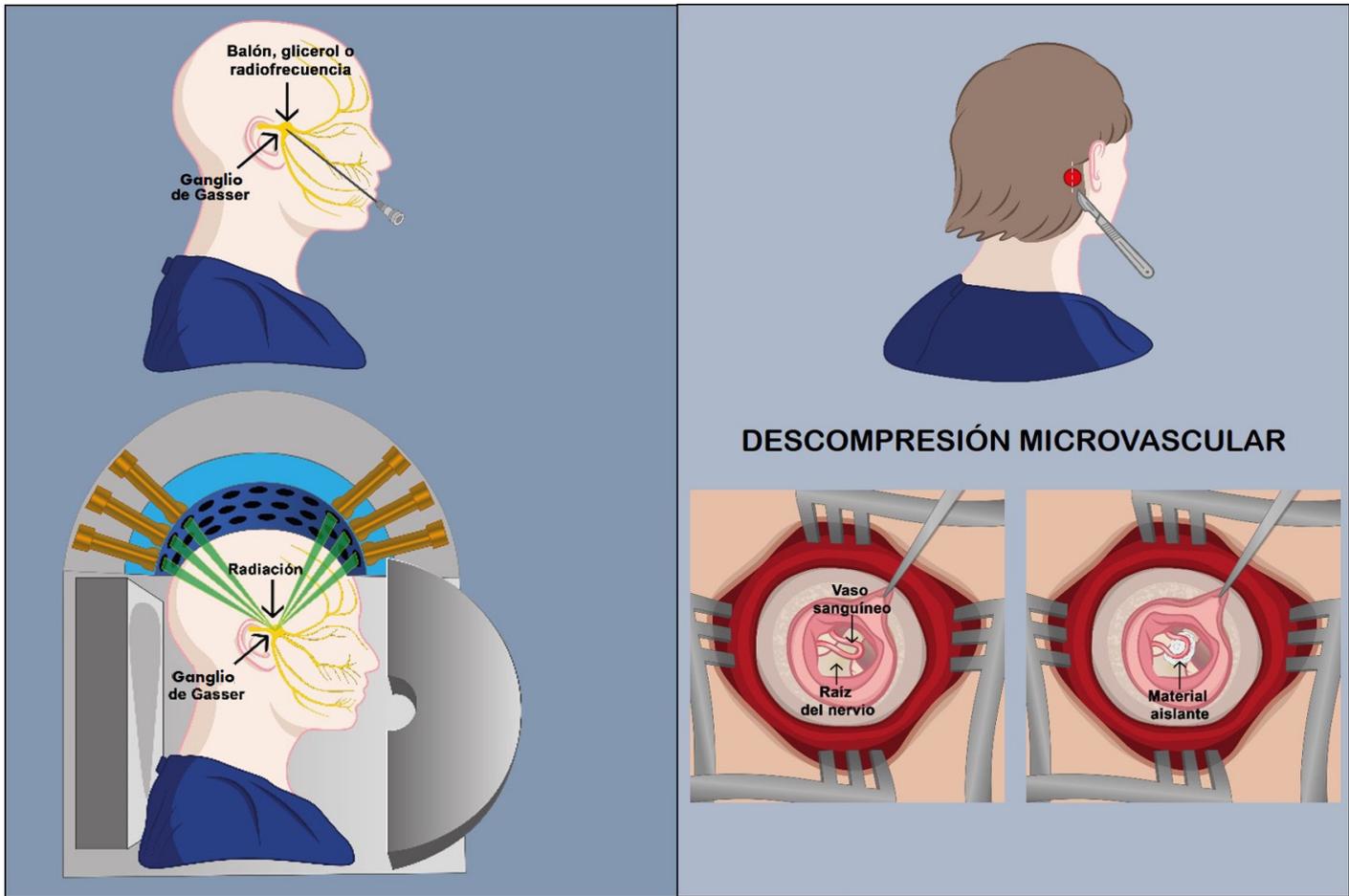
Se estima que cada año la neuralgia del trigémino afecta de cuatro a cinco personas por cada cien mil, sin predilecciones raciales o geográficas. Aparece en un solo lado de la cara o puede ser bilateral en casos más raros. Se presenta en un radio aproximado de **tres mujeres por cada dos hombres** y por encima de los 50 años en el 90 % de los casos, aunque puede iniciarse a cualquier edad. Existen indicios de que ciertas alteraciones genéticas incrementan la probabilidad de desarrollar la enfermedad, sin embargo, esto sigue siendo tema de debate.

¿Cuál es la causa?

En la mayoría de los casos, **un vaso sanguíneo** (vena, arteria o ambas) se encuentra **comprimiendo la raíz del nervio trigémino**; la presión continua que ejercen los vasos provoca que las fi-

CLASIFICACIÓN DE LA NEURALGIA DEL TRIGÉMINO

- **CLÁSICA.-** Un vaso sanguíneo se encuentra comprimiendo a la raíz del nervio.
- **IDIOPÁTICA.-** Cuando no se logra identificar una causa aparente, incluso usando los métodos diagnósticos y aparatos más actuales.
- **SECUNDARIA.-** Se demuestra una enfermedad subyacente que pueda afectar la raíz del nervio. Se han podido identificar más de 40 causas donde destacan diferentes tipos de tumores, infecciones, malformaciones, traumatismos o la esclerosis múltiple.



bras nerviosas pierdan su cubierta protectora de mielina en un proceso progresivo que puede durar años. Las neuronas dañadas se vuelven hiperexcitables, capaces de generar impulsos espontáneos y susceptibles a la excitación cruzada. Por consecuencia, el estímulo de una sola fibra sensorial puede provocar la activación de muchas otras, amplificando la señal de dolor y prolongándola por más tiempo que la duración real del estímulo. Esta enfermedad se clasifica en tres tipos.

Tanto la neuralgia del trigémino clásica como la idiopática, entran en la categoría de neuralgia del trigémino primaria. Otra clasificación de la neuralgia del trigémino se basa en la presentación del dolor, que puede ser de dos tipos: puramente paroxística o paroxística con dolor continuo persistente, anteriormente conocidas como típica o atípica, respectivamente. El término paroxístico se refiere a que los síntomas pueden aparecer y desaparecer de forma abrupta e imprevista.

¿Cómo se diagnostica una neuralgia del trigémino?

El diagnóstico de neuralgia del trigémino clásica debe comprender mínimo tres crisis de do-

lor con las siguientes características:

1. Aparecer en un solo lado de la cara y únicamente sobre la distribución de una o más ramas del nervio trigémino.
2. Dolor con al menos tres de las siguientes características: (a) intensidad severa; (b) el dolor aparece y desaparece súbitamente durando desde una fracción de segundo, hasta no más de dos minutos; (c) sensación similar a una descarga eléctrica o a un objeto afilado; (d) el dolor puede ser provocado por estímulos inofensivos tales como hablar, masticar, tocarse la cara, o incluso el viento.

Para un diagnóstico certero de la neuralgia del trigémino, **se deben descartar otros padecimientos** que incluyen: esclerosis múltiple, herpes zóster, problemas dentales o temporomandibulares, migrañas, cefaleas, neuralgia occipital o glossofaríngea, entre otros. Generalmente se requiere de una resonancia magnética para complementar el escrutinio clínico de la enfermedad, esta debe incluir varias secuencias útiles para apoyar y diferenciar el diagnóstico de los tres tipos de neuralgia del trigémino, ayudar a descartar otras enfermedades, así como explorar opciones de tratamien-

to.

¿Cuál es el tratamiento?

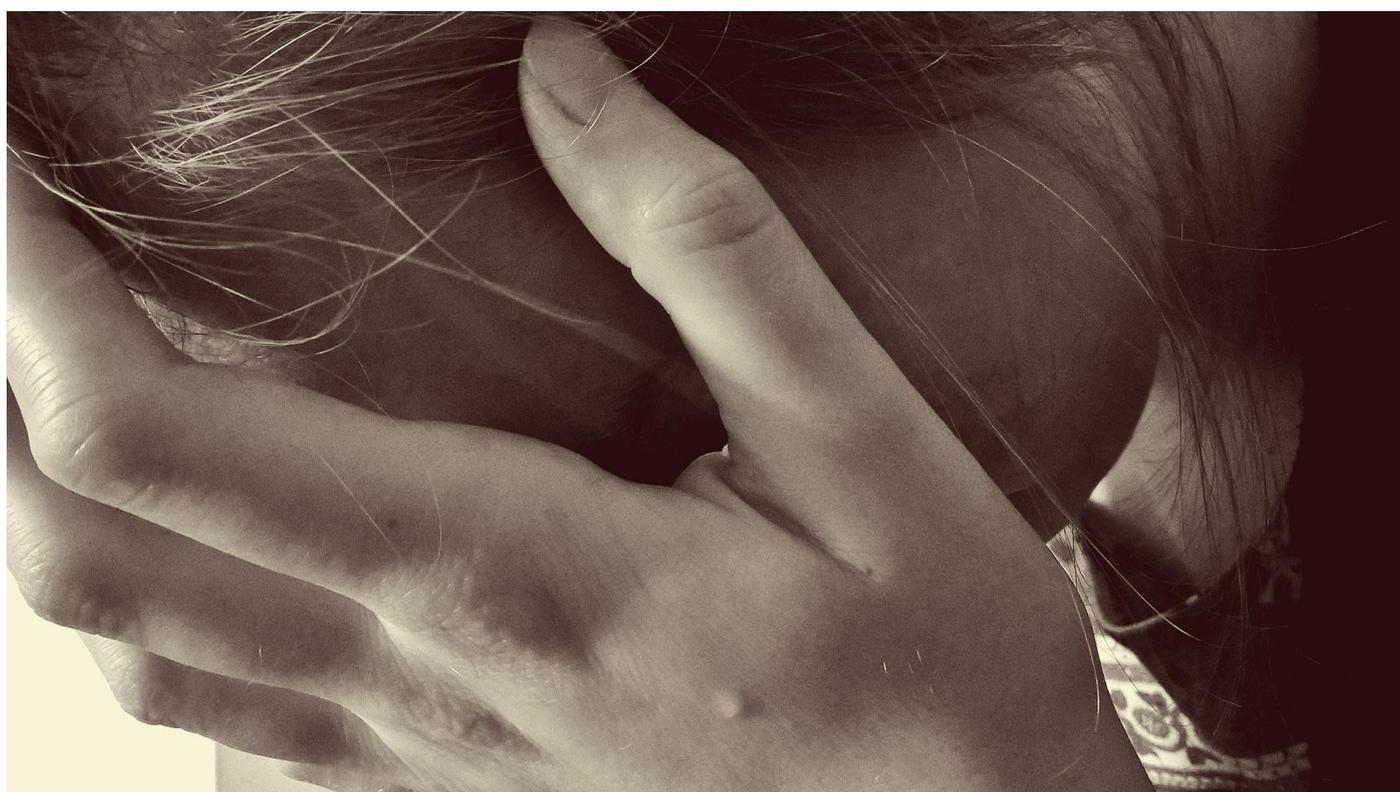
Existen **terapias farmacológicas** para manejar el dolor de la neuralgia, así como **intervenciones quirúrgicas**, las cuales están dirigidas principalmente a pacientes que no responden o no toleran adecuadamente a los medicamentos.

Los fármacos de primera elección incluyen a la carbamezepina y la oxcarbamazepina de efecto anticonvulsivo, antiepiléptico y antineurítico que disminuyen la descarga dolorosa provocada en el nervio. Los fármacos de segunda línea comprenden la lamotrigina, topiramato, gabapentina, pregabalina, baclofeno, lidocaína y toxina botulínica tipo A, ya sea solos o como terapia complementaria. En algunos casos es necesario suministrar analgésicos narcóticos, antidepresivos y ansiolíticos. Todos los medicamentos mencionados pueden causar efectos secundarios adversos, por ello **es importante que sean recetados y vigilados por un médico experto** en el control de este tipo de dolor, quien evaluará cada caso en particular con la finalidad de determinar los medicamentos adecuados y su dosis. Los fármacos suelen ser efectivos inicialmente; sin embargo, el cuerpo puede generar tolerancia a largo plazo y, aunado

a la naturaleza progresiva de la enfermedad, estos pueden dejar de surtir efecto en aliviar el dolor orillando al paciente a tomar alguna opción quirúrgica.

Existen dos tipos de procedimientos quirúrgicos para tratar la neuralgia del trigémino: los **ablativos**, que consisten en la destrucción controlada de tejido nervioso y los **no ablativos**, que permiten el alivio con preservación de la función normal del nervio.

Los procedimientos ablativos invasivos incluyen técnicas como la compresión con balón (lesión mecánica), rizólisis con glicerol (lesión química) y la termocoagulación por radiofrecuencia (lesión térmica), las cuales involucran una cánula o aguja que ingresa por la mejilla hasta el ganglio de Gasser o la raíz del nervio trigémino, provocando la lesión controlada para detener las señales de dolor. Otra técnica ablativa, pero no invasiva, es la radiocirugía estereotáctica, una forma de radioterapia que concentra energía de alta potencia en la raíz del nervio, disminuyendo la transmisión de las señales de dolor. Estas técnicas se utilizan en pacientes que no son aptos para una cirugía mayor desde el punto de vista médico. A pesar de demostrar alivio casi inmediato, presentan alto riesgo de pérdida sensorial, entumecimiento facial y altas



tasas de recurrencia, haciendo necesario repetir-las.

La descompresión microvascular es el único procedimiento no ablativo e implica una apertura del cráneo menor de 2 cm detrás de la oreja. A través de un campo de visión microscópica, el cirujano identifica al nervio trigémino y la causa de la compresión. El nervio y los vasos sanguíneos se separan y se mantienen alejados interponiendo una barrera de un material inerte; este procedimiento permite la recuperación de la mielina después de largos períodos de daño por la compresión. En caso de tumor, este se extirpa cuidadosamente de manera total o parcial evitando dañar otras estructuras. Aunque la descompresión microvascular está enfocada a pacientes con neuralgia del trigémino clásica, también ha demostrado ser eficaz en algunos casos de neuralgia del trigémino idiopática.

La descompresión microvascular puede proveer alivio inmediato del dolor y tiene una menor tasa de recurrencia en comparación con los demás procedimientos, ya que de 62 a 89 % de los pacientes no sienten dolor durante varios años de seguimiento. Sin embargo, existen riesgos mayores asociados a este tipo de cirugía que ocurren en menos del 0.6 % de los casos, estos incluyen accidente cerebrovascular, meningitis y muerte. Complicaciones menos graves como

pérdida transitoria de la audición, parálisis de los pares craneales, hemorragia, disminución de la sensibilidad y fuga de líquido cefalorraquídeo, ocurren en menos del 4 % de las cirugías.

Todas las opciones terapéuticas presentan riesgos y beneficios, así como diferentes índices de éxito. El procedimiento más apropiado para cada situación depende de la causa de la neuralgia, así como de las condiciones físicas, económicas y mentales del paciente.

Un desafío clínico, pero con avances

La neuralgia del trigémino es una afección rara y terriblemente dolorosa que representa un desafío clínico para los médicos. Las preguntas fundamentales relacionadas con su causa, prevalencia, historia natural y mecanismo subyacente, aún no están completamente resueltas. Los avances en su tratamiento han mejorado el pronóstico de los pacientes, disminuyendo drásticamente los suicidios derivados de ella. Sin embargo, se deben **aumentar los esfuerzos para que más personas estén informadas** sobre la existencia y manejo de esta terrible enfermedad, lo que puede ayudar a que quienes la sufran, reciban un tratamiento más rápido y certero.



Marín-Medina D.S. y Gámez-Cárdenas M. (2019). Neuralgia del trigémino: aspectos clínicos y terapéuticos. *Acta Neurológica Colombiana*, 35(4), 193-203. <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v35n4/0120-8748-anco-35-04-193.pdf>

Sánchez-Arriaran S.L. y Gonzalo-Párraga R. (2020). Descompresión microvascular para el tratamiento de la neuralgia del trigémino. *Gaceta Médica Boliviana*, 43(1), 67-73.

<https://docplayer.es/200700410-Descompresion-microvascular-para-el-tratamiento-de-la-neuralgia-del-trigemino.html>

Revuelta-Gutiérrez R., Navarro-Bonnet J., Molina-Choez D., Flores-Rivera J.J., Martínez-Manrique J.J. y Martínez-Anda J.J. (2017). Descompresión microvascular en neuralgia del trigémino y esclerosis múltiple. *Archivos de Neurociencias*, 20(1), 95-98. <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2015/ane151l.pdf>

TECNOLOGÍA

Fabricación de carne artificial ¿Realidad o ficción?

Aranza Zerpa González



Aranza Zerpa González. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Salud, Laboratorio de Genética Molecular Microbiana, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

aranza.zerpag@gmail.com

De acuerdo a cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), se estima que la población mundial —actualmente de siete mil trescientos millones— **supere los nueve mil millones en 2050**, por lo que se pronostica para ese año una necesidad de 70 % más de alimentos para satisfacer la demanda de la creciente población. Esto implicaría alcanzar las 206 millones de toneladas anuales para los próximos 35 años, lo que será un gran desafío debido a las limitaciones de recursos y tierras cultivables. Además de la problemática del aumento en la demanda alimentaria que

se pronostica, la FAO también estima que 843 millones de personas en el mundo sufren de hambre y malnutrición crónica, y cerca de mil millones de personas no poseen un consumo adecuado de proteínas diarias. Esto llevará a la **búsqueda de satisfacer la creciente demanda de alimentos**, para lo cual el **desarrollo de carne artificial o «cultivada *in vitro*»** en laboratorios, es una potencial alternativa. Aunque parezca un corto de una película de ciencia ficción, en este artículo describo que no es así, de hecho, ya es una realidad, aunque apenas comienza.

Problemática en la producción tradicional de la carne

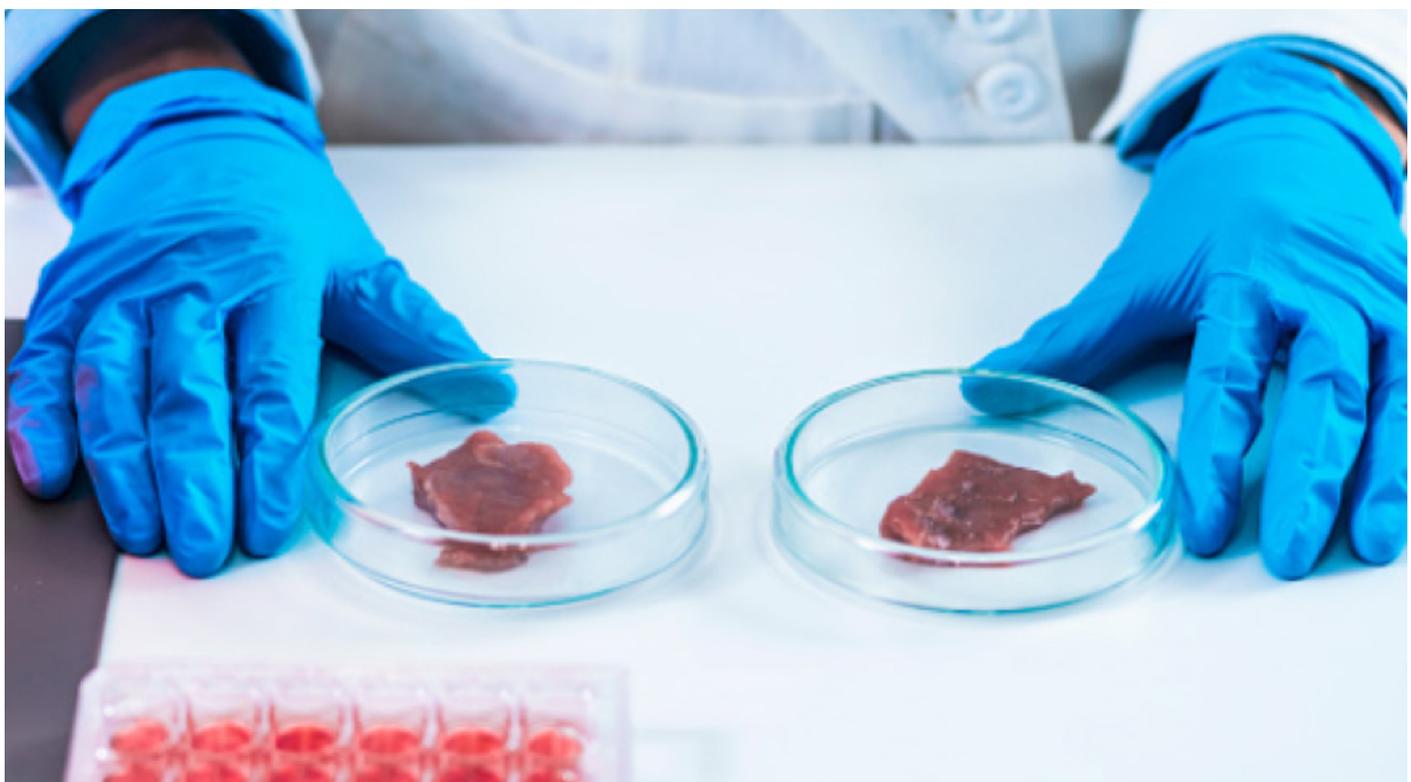
La ganadería es considerada una de las **actividades con mayor impacto ambiental** de acuerdo a la FAO. Se estima que esta actividad genera 7.1 gigatoneladas de dióxido de carbono al año, donde una gigatonelada equivale a mil millones de toneladas, lo que representa el 14.5 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (un porcentaje mayor que el del transporte), de este porcentaje, la producción de carne y leche de bovino aportan el 64.8 %.

Aunado a las emisiones de gases de efecto invernadero, hay que considerar que para satisfacer la demanda actual de proteína animal se tiene, como consecuencia, el **aumento en los niveles de**

deforestación, tanto así que el pastoreo ocupa el 26 % de la superficie terrestre y la producción de forrajes requiere cerca de una tercera parte del total de la superficie agrícola, esta deforestación resulta alarmante en toda América Latina, ya que un 70 % de los bosques amazónicos se usan como pastizales y cultivos forrajeros.

Los efectos de la producción ganadera también ejercen un gran peso en el **suministro mundial de agua**, ya que utiliza el 8 % del agua que consume el humano, principalmente a través del riego, a la vez que resulta el principal productor de contaminantes del agua debido, sobre todo, a los desechos animales, antibióticos, hormonas, sustancias usadas en las curtidurías, fertilizantes y plaguicidas para los cultivos forrajeros, así como por los sedimentos de los pastizales erosionados. Además, este sector genera también casi dos terceras partes del amoníaco antropogénico, el cual contribuye considerablemente a la **lluvia ácida** y a la **acidificación de los ecosistemas**. También es importante destacar que el número de animales producidos para consumo humano representa un peligro para la biodiversidad de la Tierra, debido a que el ganado constituye un 20 % del total de la biomasa animal terrestre y, la superficie que ocupa hoy en día, antes era hábitat de especies silvestres.

Finalmente, hay que destacar que el ganado no representa un elemento de gran peso en la



economía mundial, ya que genera poco menos del 1.5 % del total del Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, tiene gran importancia social y política en los países en desarrollo, porque proporciona ingresos y alimento a mil millones de personas pobres, sobre todo en las zonas áridas, donde el ganado es muchas veces el único medio de sustento.

¿Qué es la carne artificial y cómo es creada?

La carne artificial o producida *in vitro*, generalmente es creada en medios del cultivo celulares mediante diferentes técnicas o enfoques de diseño como el **cultivo celular y el cultivo de tejidos**, hasta las posibilidades más especulativas como la **impresión de órganos y la nanotecnología**. El proceso general comienza con las células de partida que pueden ser tomadas de biopsias de animales vivos o de embriones de animales, para luego ser colocadas en un medio de cultivo donde comienzan a proliferar y a formar fibras cárnicas.

Existen dos propuestas similares sobre la producción de carne *in vitro* basadas en técnicas de cultivo celular o de andamiaje. La primera fue redactada por Vladimir Mironov para la NASA, mientras que la segunda, se encuentra como patente mundial a nombre de Willem Van Eelen. Sin embargo, **Catts y Zurr en 2003, fueron los primeros**

en producir carne por este método, presentando la degustación del primer filete creado con células madre de rana, como parte de su *Tissue Culture & Art Project*. Ambas propuestas funcionan cultivando mioblastos en suspensión en un medio de cultivo dentro de un biorreactor. Según la propuesta de Mironov, los mioblastos, que son células musculares embrionarias, se hacen crecer en esferas de colágeno como sustrato dentro de un biorreactor, mientras que Van Eelen propuso usar una malla de colágeno en lugar de las esferas. Como resultado, ambas técnicas producen carnes deshuesadas de consistencia blanda; no producen carnes muy estructuradas como los filetes. Sin embargo, las células también pueden cultivarse en sustratos que permiten el desarrollo de autoconstrucciones organizadoras que producen estructuras más rígidas.

En el proceso general de cultivo celular y andamiaje, **se aíslan los mioblastos embrionarios** de un animal o también se aíslan células esqueléticas tomadas de una biopsia de músculo animal, las cuales se adhieren a un andamio o algún tipo de soporte, ya sea una malla de colágeno o microperlas. Después, **se introducen en un biorreactor lleno de medio de cultivo** rico en nutrientes y factores de crecimiento, además de diversas señales ambientales; gracias a ello, las células se fusionan para for-



Crédito: Foro Económico Mundial.

mar miotubos, los que se diferencian en miofibras debido a medios de diferenciación especializados. Finalmente, **las miofibras resultantes se extraen** del andamio para ser utilizadas en la preparación de diversos productos cárnicos.

Para dimensionar el proceso de producción celular y poder producir un kilo de carne artificial, se deben obtener aproximadamente cincuenta mil millones de células *ex vivo*, replicando *in vitro* la formación de fibras musculares que al cosecharse y procesarse, resultan en aproximadamente veinte mil hebras musculares, las cuales componen una hamburguesa de tamaño regular. En 2013, la noticia de la presentación de la primera hamburguesa creada *in vitro* por el holandés Mark Post, dio la vuelta al mundo, esto fue resultado de un proyecto financiado por el cofundador de Google Sergey Brin, que costó 250 mil euros, unos cinco millones de pesos mexicanos.

Perspectiva o ficción

Hasta ahora, aunque ya hay cierta comercialización de carne cultivada *in vitro*, no es una realidad común, no porque sea parte de una película de ciencia ficción, sino más bien por los **altos costos que**

se requieren para obtener 100 g de carne. A largo plazo, la carne artificial resulta una perspectiva inexorable para la humanidad, aunque se requiere de mayor investigación científica para disminuir los costos de fabricación y poder establecer un sistema de cultivo a escala industrial que ofrezca productos asequibles y de calidad alimentaria para la población.

Actualmente, es **Singapur el primer país en regular y aceptar la venta de carne de esta naturaleza.** El producto que comercializan son *nuggets* de pollo de la marca GOOD Meat® por la empresa estadounidense Eat Just, que oscila en los 50 dólares por pieza, pero se espera un decremento en el precio del producto en un futuro. Por su parte, una empresa israelí anunció la producción de carne cultivada a nivel industrial, a partir de 2022.

Con lo mencionado anteriormente, es necesario implementar cambios en nuestros hábitos de consumo y concientizarnos respecto a las problemáticas que han conducido hacia estas alternativas en la producción de alimentos, particularmente de los alimentos cárnicos y sus derivados.



Bhat Z.F., Kumar S. y Bhat H.F. (2017). In vitro meat: A future animal-free harvest. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 57(4), 782-789.
DOI:10.1080/10408398.2014.924899

FAO. (2006). El desafío estriba en reconciliar dos demandas: la de productos animales y la de servicios ambientales.

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/o612sp1.htm>

Hocquette J.F. (2016). Is in vitro meat the solution for the future? *Meat Science*, 120, 167-176.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.036>

UNA PROBADA DE CIENCIA

La ciencia de la ciencia ficción

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

He visto cosas que nadie creería... Estallar
«**«** naves en llamas más allá de la nebulosa de Orión. He visto rayos C brillar en la oscuridad cerca de la Puerta de Tannhäuser. Todos esos momentos se perderán en el tiempo como lágrimas en la lluvia. Es hora de morir». Este es el monólogo del replicante Roy Batty en una de las escenas más memorables del cine. La película *Blade Runner*, de donde lo tomamos, está basada libremente en el libro clásico de la ciencia ficción *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* de Philip K. Dick; sin embargo, este pasaje no se encuentra en la novela, ni en el propio guion de la cinta, fue una improvisación del actor Rutger Hauer.

Roy Batty es un replicante, una especie de máquina biológica, construida en el laboratorio y programada para realizar cierto tipo de actividades, incluyendo tener una vida muy corta. Los replicantes hacen todo lo posible por imitar a los humanos, ya que tienen recuerdos, fotos de familia, sienten ira, tristeza, amor, algo que en teoría no debería suceder, porque son una creación humana destinada a cumplir su cometido y a desaparecer. Él, junto a otros de su tipo, se rebelan contra este destino por lo que son cazados por los humanos para «retirarlos». Al morir, pronuncia este discurso como una forma de expresar su apego a la vida y el triste fin de la misma.

Si revisamos el monólogo con ojos de astrónomo, no tiene sentido, puesto que la Puerta de Tannhäuser no es un cuerpo celeste, ni existen los famosos rayos C, ni en el espacio las naves estallan en llamas; sin embargo, ese pasaje ha trascendido a la película, al propio actor y a la historia que lo inspiró para instalarse en la cultura popular. A mí me llevó a buscar información sobre la nebulosa de Orión, la dichosa puerta de la que habla y a reflexionar sobre nuestra responsabilidad ética con las creaciones humanas. No estamos hablando de ciencia, estamos en el dominio de la ficción.

Según Isaac Asimov, «la ciencia ficción es esa rama de la literatura que trata de la respuesta humana a los cambios en el nivel de la ciencia y la tecnología».

Es una literatura formada por narraciones en las que el elemento determinante es la especulación imaginativa: ¿*Qué sucedería si...?* Es eminentemente especulativa ya que, junto a nuevas alternativas en el mundo de las ideas, incorpora el «sentido de lo maravilloso», la inevitable sorpresa del lector ante los nuevos mundos, personajes y sociedades que el género propone. La especulación y la maravilla son los dos rasgos constitutivos del género, mientras que la fabulación y la reflexión son su mundo.

El género exige de sus creadores una extraordinaria capacidad para manejar con coherencia las situaciones y entornos creados. Hay que inventar un mundo, hacerlo plausible y después, ser coherente con ello.

Los «padres» de la ciencia ficción son los británicos Mary Shelley y H.G. Wells y el francés Julio Ver-





ne. El nombre se lo dio el escritor y editor Hugo Gernsback en la revista *Amazing Stories* (Historias Maravillosas), en 1926. La palabra *ciencia*, en la denominación, refleja el interés inicial por analizar las consecuencias que los cambios, descubrimientos científicos y tecnológicos, producen o van a producir en los individuos y organizaciones sociales. Pero mucha atención, la ciencia ficción no es, ni pretende ser ciencia.

En la actualidad, el género se ha extendido al análisis de hipótesis que corresponden a la historia, psicología, sociología, antropología, además de las ciencias físico-naturales. Son precisamente las maravillas de la ciencia ficción las que atraen a los jóvenes que se interesan fácilmente por su temática y contenido, encontrando en sus contactos con la ciencia ficción, motivos de diversión al tiempo que suscitan una reflexión original y prometedora. Además, brindan una oportunidad dorada para interesarlos en la verdadera ciencia e impacto (el real) que esta y su hija putativa, la tecnología, pueden tener en la sociedad.

El libro *La ciencia de la ciencia ficción: cuando Hawking jugaba al póker en el Enterprise*, de Manuel Moreno Lupiáñez y Jordi José Pont (2019, Shackleton ediciones), es una manera divertida de acercarse a la ciencia desde las películas, cómics

y otros recursos de la cultura popular clasificados dentro del género de la ciencia ficción, aun cuando varios de ellos son realmente parte del género fantástico.

Moreno Lupiáñez y Pont, son dos astrofísicos connotados y aficionados de la literatura fantástica y la ciencia ficción, reconocidos como grandes divulgadores en el medio universitario. Tienen otro libro que también recomiendo de manera definitiva —aunque es muy difícil de conseguir por estas tierras—, titulado *De King Kong a Einstein: La física en la ciencia ficción* (1999, Libros Ilustrados, Núm. 44). Estos autores saben de lo que hablan, en los dos universos: la ciencia y la ficción.

De cualquier manera, nos muestra el vínculo estrecho entre ciencia y ficción al que me referí en párrafos anteriores, ya que la ciencia, la verdadera, frecuentemente aporta elementos útiles para el desarrollo argumental de las obras de ficción. Los directores o los guionistas buscan una base argumental o una justificación con cierto nivel de fundamento. A veces se toman licencias que no tienen lugar en la ciencia, ni siquiera como posibilidad.

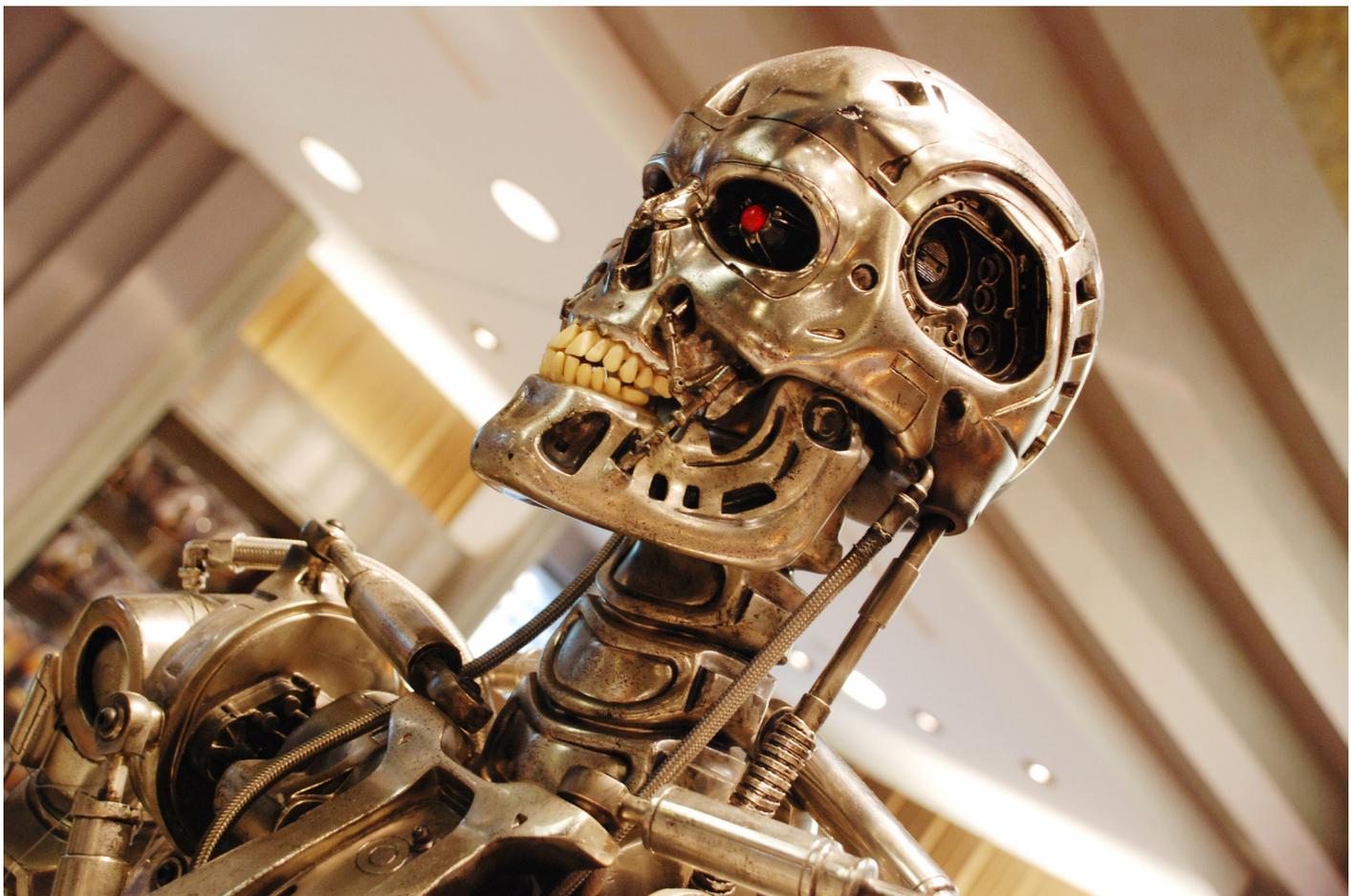
¿Puede haber vida inteligente en la superficie de una estrella de neutrones? ¿Podemos llegar a las estrellas que distan varios años luz de nuestro

sistema solar? ¿Es posible mandar un mensaje al pasado modulando un haz de taquiones? ¿Puede desarrollarse una inteligencia artificial con la personalidad de Sigmund Freud o de Albert Einstein? ¿Podemos construir un “replicante” que supere en inteligencia, fortaleza y habilidades al humano? La respuesta a estas preguntas es un rotundo ¡No!, pero, el hecho de que la ciencia nos niegue estas posibilidades, no impide que sea factible especular sobre ellas u otras parecidas.

En este libro, y como una forma de acercarnos e interesarnos en la ciencia, comparten protagonismo ilustres científicos junto con personajes tan ficticios como Darth Vader, E.T., Spiderman o Godzilla. A lo largo de los capítulos, los autores nos invitan a plantearnos si son posibles «las acrobáticas piruetas del Halcón Milenario», las carreras supersónicas de Flash Gordon, o los fenómenos temporales que se producen en Miller, el planeta que aparece en el film *Interstellar*.

La ciencia ficción, además de ser un apasionante entretenimiento, es también una manera idónea de aprender las leyes de la ciencia, aunque solo sea por la cantidad de veces que no las respetan los guionistas de Hollywood. Con este pretexto, podemos pasar tardes muy divertidas mirando nuestras películas favoritas del género, al tiempo en que encontramos —con esta guía, por ejemplo, o de manera libre— las conexiones a temas científicos, las posibilidades tecnológicas, o lo que se está trabajando al respecto... Y claro, los posibles errores.

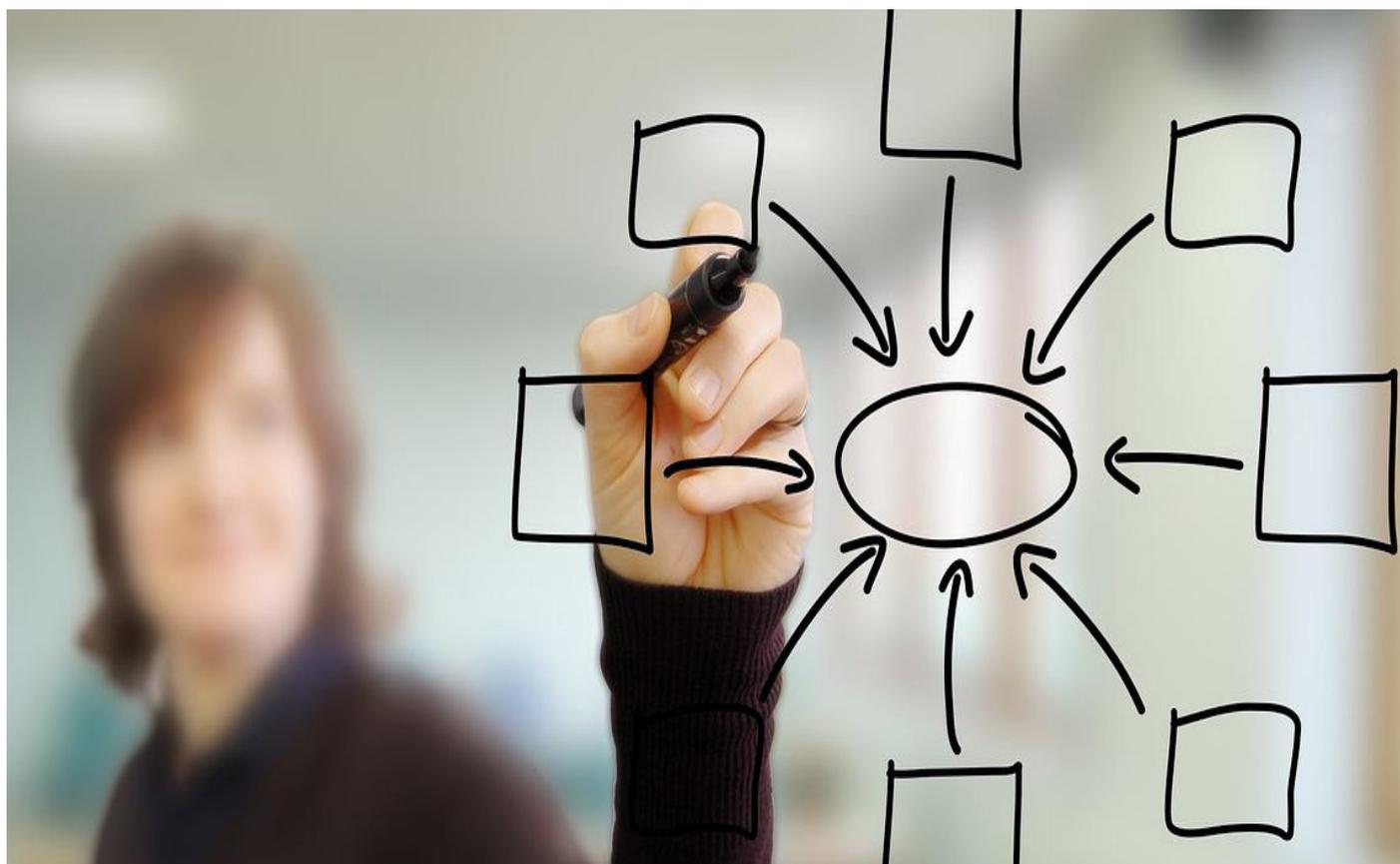
Será, sin duda, otra manera de ver el cine, un cómic o una serie de televisión y usarlo como un recurso de aprendizaje. *La ciencia de la ciencia ficción* es un libro muy recomendable para todos, pero especialmente para los profesores que buscan recursos menos solemnes para enseñar lo que deben. Este libro está disponible en papel y en su versión de libro electrónico... ¡Fácil de conseguir!



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Para qué sirve la simulación?

Luis Germán Hernández-Pérez y José María Ponce-Ortega



Luis Germán Hernández-Pérez. Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

0500305d@umich.mx

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

jose.ponce@umich.mx

En la actualidad, el crecimiento poblacional acelerado y el agotamiento de los recursos naturales, ha llevado a desarrollar alternativas energéticas y a la implementación de nuevas tecnologías que permitan garantizar el desarrollo sustentable de las actividades de la sociedad. En este contexto, **la ingeniería química juega un papel fundamental** para alcanzar los objetivos de **conservación ambiental y progreso social**. La industria química consiste en la transformación de la materia, de manera que se puedan obtener distintos productos a partir de recursos naturales.

Dada la situación actual y el compromiso de dar solución a la problemática ambiental, es necesario proponer alternativas de solución eficientes que permitan conciliar distintos objetivos económicos y sociales de manera simultánea. Para ello, el análisis de múltiples configuraciones de procesos y de condiciones de operación es indispensable. Sin embargo, **el diseño y evaluación de plantas químicas resulta una actividad exhaustiva** debido al gran conjunto de variables, ecuaciones y datos necesarios para la construcción de un modelo que permita predecir el comportamiento del proceso en la realidad. A lo anterior, se debe sumar la complejidad que representa la implementación de los métodos de solución necesarios para resolver el modelo y obtener resultados.

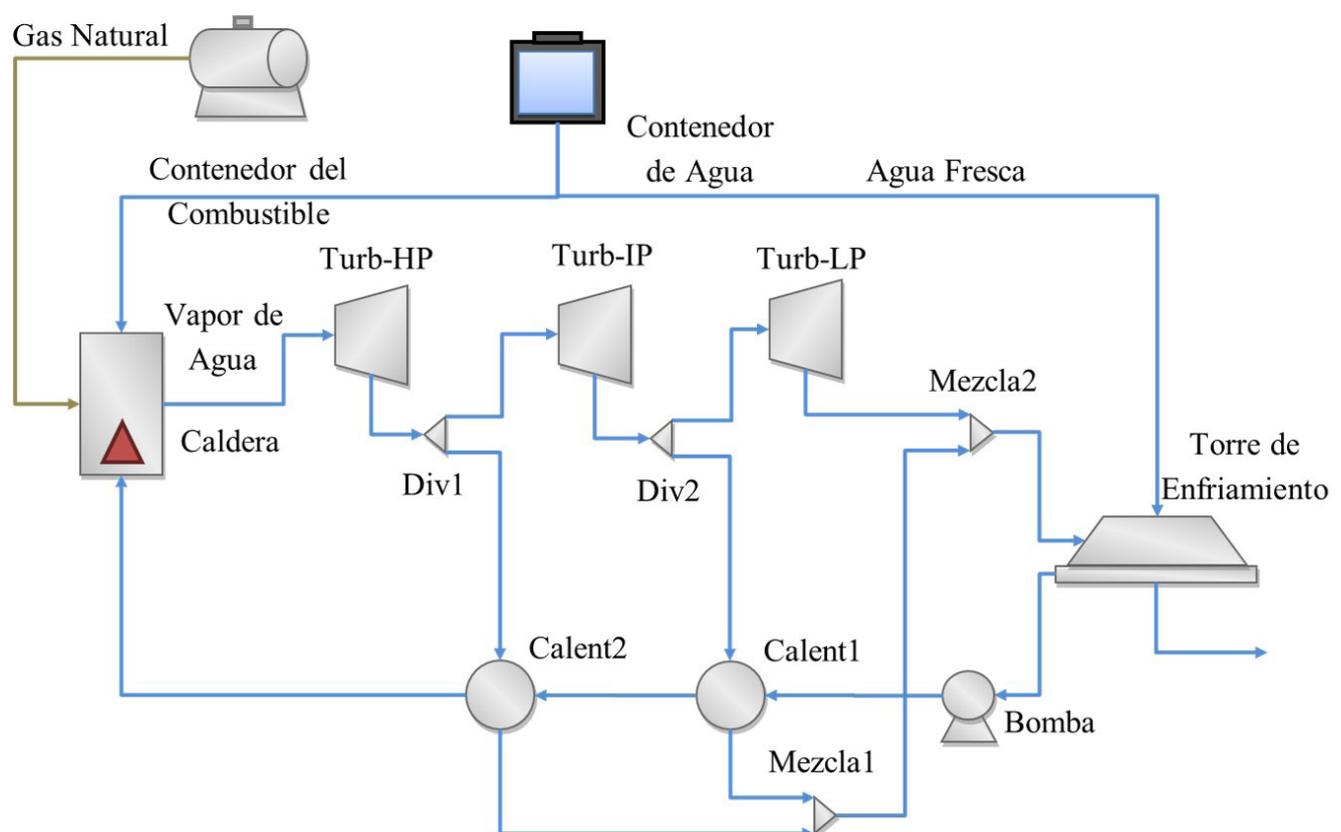
Diagramas de flujo de proceso

Un diagrama de flujo es una **esquematización de los pasos** que se siguen en el proceso para la **obtención de un producto determinado**. En el diagrama del flujo de proceso se representan los equipos involucrados en donde las corrientes de salida de algunos equipos se convierten en las corrientes de entrada de otros, indicando la secuencia

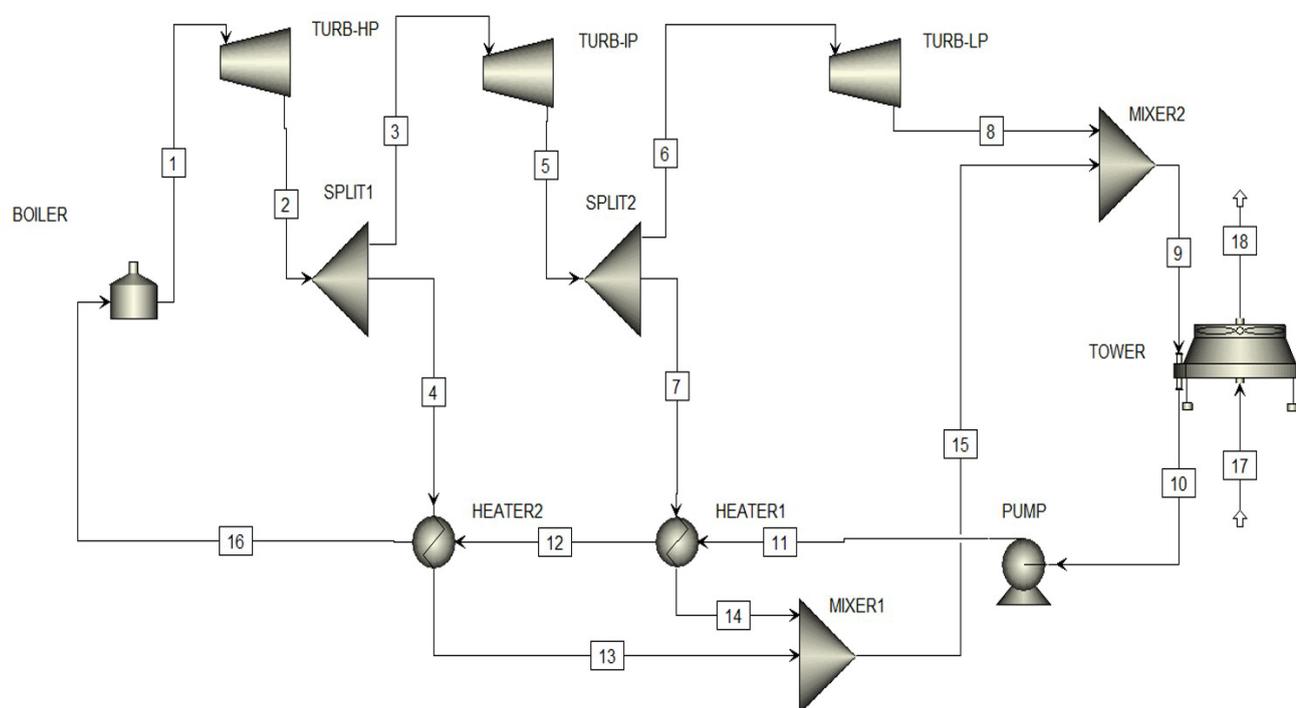
en la que intervienen en el proceso global. Para la **representación de los equipos**, se utilizan **iconos** característicos o bloques; mientras que para la **representación de las corrientes** o tuberías, se emplean **flechas** que indican la dirección del flujo.

Los simuladores de proceso

Con la finalidad de analizar diferentes configuraciones de proceso y de resolver modelos rigurosos con múltiples variables en menor tiempo, se han desarrollado los **simuladores de procesos**. Los programas de simulación son **software especializado** en la solución de diagramas de flujo de proceso en donde a partir de valores de variables de entrada, se obtienen valores de respuesta. La simulación consiste en **representar un fenómeno o proceso específico** con la finalidad de predecir su comportamiento en la realidad, anticipando la factibilidad de su desarrollo previo a su construcción. Esto permite tomar decisiones y hacer modificaciones preliminares al proceso con la finalidad de garantizar su operatividad y seguridad, así como evaluar distintas propuestas y comparar el desempeño de cada alternativa a la configuración del proceso.



Modificado de Ponce-Ortega y Hernández-Pérez, 2019



Modificado de Ponce-Ortega y Hernández-Pérez, 2019

Programas de simulación comerciales

Algunos simuladores de procesos están disponibles de manera comercial, tales como Aspen Plus® y Aspen HYSYS®, en donde se cuenta con una **base de datos de componentes** que incluye sus características fisicoquímicas y valores característicos de sustancias específicas. Otro aspecto importante de este tipo de simuladores comerciales, es que disponen de una **paleta de opciones de equipos** que permiten construir los diagramas de flujo de proceso. Este tipo de simuladores funcionan de manera modular secuencial, es decir, resuelven cada equipo como parte del proceso y los resultados obtenidos de la corriente de salida de un equipo, se utilizan como datos de la corriente de alimentación para la solución del siguiente equipo.

Cada bloque tiene asociado un conjunto de ecuaciones de acuerdo a la naturaleza de funcionamiento del equipo y maneja datos de las condiciones de operación. En las corrientes se contiene información tanto del tipo y composición de sustancias, como de condiciones del flujo (presión y temperatura, por ejemplo).

Los simuladores de proceso comerciales **funcionan a «caja cerrada»**, es decir, no es posible observar ni manipular las ecuaciones ni el mecanismo de los métodos que se emplean para calcular los valores de los resultados. Por ello, es necesario que

el usuario especifique adecuadamente los datos y seleccione los métodos de solución de acuerdo a los objetivos que está buscando. Los datos que se introducen se conocen como **grados de libertad**, esto es, los valores que son posible manipular en el proceso. El número de grados de libertad depende del número de componentes, corrientes y equipos en el proceso. Es necesario agotar los grados de libertad antes de ejecutar el simulador de procesos para que este funcione.

Para el cálculo de resultados, a partir de los datos introducidos, se emplean diferentes modelos termodinámicos que determinan las condiciones de salida de los equipos y del proceso. Las **estrategias matemáticas** empleadas para la solución de los modelos termodinámicos, consisten en métodos numéricos iterativos para la aproximación de los valores que se obtendrían en la realidad.

A pesar del extenso número de operaciones matemáticas implicadas y de la complejidad de los modelos termodinámicos, generalmente los simuladores de proceso suelen tener una **interfaz sencilla** que permite la fácil manipulación. Si se desea obtener información confiable es necesario introducir valores de calidad al agotar los grados de libertad en los datos solicitados por el simulador. Asimismo, es de vital importancia especificar las opciones solicitadas por el programa y tomar las

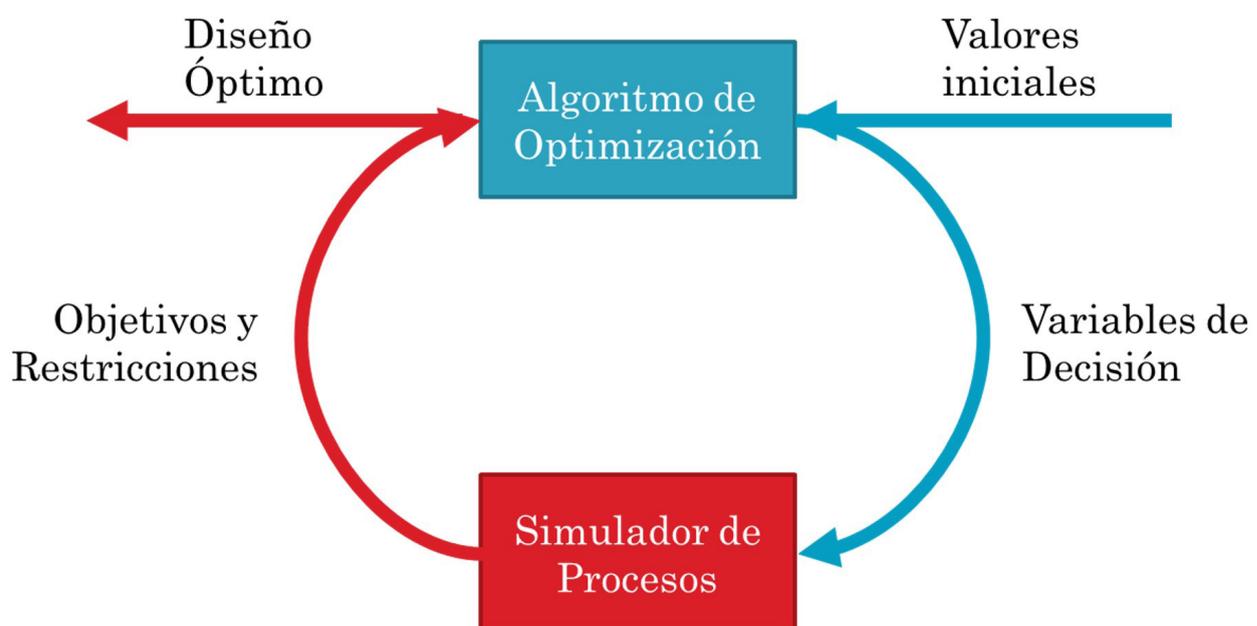
decisiones adecuadas a partir de las características del proceso en un sistema de unidades consistente.

Aplicaciones del *software* de simulación

Además de la utilización del *software* de simulación para predecir el comportamiento de procesos industriales, los simuladores de proceso **pueden ser empleados en el cálculo de propiedades de sustancias**, conocido como modo análisis. Con este tipo de herramientas es posible comparar la estabilidad de sustancias y decidir la incorporación de las mismas en un proceso industrial específico. Una de las grandes aplicaciones de los simuladores de proceso comercialmente disponibles, es que se pueden introducir reacciones químicas posibles y condiciones de operación de los reactores, con lo

que se puede predecir si en determinado proceso se conseguirán los rendimientos y productos deseados.

Las versiones más avanzadas del *software* comercial actualmente disponibles, permiten hacer **análisis de sensibilidad**, algunos **cálculos económicos** y de **emisiones a la atmósfera**. Igualmente, las investigaciones más recientes se centran en el uso de simuladores de proceso para la optimización, es decir, encontrar las mejores condiciones de operación y especificaciones de diseño con las que se obtienen los mejores resultados con el objetivo de maximizar o minimizar determinados indicadores de acuerdo a intereses económicos, ambientales y sociales de manera simultánea.



Hernández-Pérez L.G. (2018). Optimización de diagramas de flujo de procesos a través de técnicas metaheurísticas. México: UMSNH. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/4890

Scenna N.J. (1999). Modelado y simulación de procesos químicos. <http://www.ingenieriaquimica.org/recursos/li->

[bro-modelado-simulacion-procesos](#)

Himmelblau D.M. y Bischoff K.B. (1976). Análisis y simulación de procesos. España: Reverte.

https://books.google.com.mx/books?id=1uAbEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

LA CIENCIA EN EL CINE

Planeta Prehistórico

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

Los dinosaurios son nuestros monstruos favoritos y lo son por encima de los zombis y vampiros que, dentro de la fantasía, son los *meros meros*. Claro, podemos pensar que los dinosaurios sí son reales, pero, ¿lo son? No me malinterpreten, claro que son reales y no solo existieron en algún momento de la historia de este planeta, sino que, todo apunta a que siguen entre nosotros como aves. Me refiero a que las referencias que tenemos de ellos son (salvo las aves, y esto es muy reciente) el registro fósil: Un grupo de piedras que parecen huesos o la cabeza de una lagartija gigante o una garra... en fin.

A partir de un fragmento de lo que fue una vez un cuerpo podemos reconstruir la estructura completa del individuo, y con varias correlaciones y el registro de otros organismos, como las plantas, incluyendo organismos actuales, podemos establecer (plantear hipótesis) conductas, colores y hasta relaciones tróficas. Esto constituye la base de toda una disciplina científica llamada paleontología. Yo no soy paleontólogo y realmente conozco poco de estos animales (y de muchos otros), más allá de lo que llevé en mis clases de licenciatura, pero me resulta un mundo muy interesante y de vez en cuando leo algún texto sobre ellos, veo documentales y a veces, impulsado por lo que la cultura popular me dice, me vuelve el interés.

De manera que la serie que ahora recomiendo está analizada desde los ojos (miopes), conocimiento no experto y la emoción por estos animales fantásticos. ¡Advertido está!

La paleontología es una ciencia que ha evolucionado a la par que el desarrollo tecnológico y el surgimiento y evolución de muchas otras disciplinas científicas, desde los intentos primeros (a veces muy ingenuos) de describir los fósiles que iban

emergiendo por todos lados. ¿Qué era aquello que recordaba firmemente a una lagartija súper desarrollada o gigantescos dientes incrustados en piedra? Las primeras explicaciones implicaban mitos y visiones ideológicas, fundamentalmente religiosas, como animales expulsados del paraíso terrenal, castigos divinos que volvieron piedra a ciertos organismos y cosas de esas.

A pesar de que ya había muchas observaciones precedentes, incluso el descubrimiento de un iguanodonte (por el matrimonio Mantell), así como múltiples dientes y otras partes de esqueletos que daban pistas de la existencia de un grupo o varios desconocidos, es al zoólogo Richard Owen a quien se le atribuye un enfoque más serio gracias a los recursos que tenía a su disposición (era anatomista).

En 1841, Owen presentó los fósiles de varios reptiles, entre los que se encontraban tres esqueletos que no concordaban con algún animal existente para la época o que estuviera extinto y correspondían a animales del tamaño de un elefante. Al tratar de explicar tales hallazgos, propuso una clase de reptiles nueva, para quienes empleó el término *dinosaurio*, que significa 'reptil terrible' y así se les quedó.





El asunto es que los tres esqueletos presentaban características comunes entre ellos, pero se diferenciaban del resto de reptiles conocidos, por lo que, desde un enfoque científico, debía tratarse de un grupo nuevo, desconocido. Así fue como se creó un grupo especial, al cual se le fueron asignando descubrimientos realizados por todo el mundo, de animales o partes de estos. Como el registro era muy incompleto y comparar con lo conocido era la principal baza de los zoólogos, se cometieron muchos errores. Por ejemplo, se asignaban restos a animales que no les correspondían, se crearon duplicidades, incluso se «identificaron» especies que no existieron, pues eran pedazos de varias especies distintas, provocando que se «armaran» bichos inexistentes que hasta nombre científico merecieron. Un desastre que solo se fue corrigiendo con el desarrollo de la paleontología y otras ciencias auxiliares que continúan hasta nuestros días.

Los primeros dinosaurios que yo vi, vivitos y coleando (en la televisión y en el cine retro, claro, no soy tan viejo), fueron los de la película *El mundo*

perdido (1925), basada en la novela homónima de Arthur Conan Doyle y luego en la versión original de la película *King Kong* (1933). Refiero estas dos porque son del mismo artista animador y la técnica de *stop motion* comenzaba a mostrar su potencial. Aunque me emocionaron mucho de niño, la representación de mis monstruos favoritos resultaba muy chafa. Claramente eran animales sin vida o lagartijas a las que se les pegó algún aditamento y se «movían» terriblemente. Además, era claro que hacían coexistir animales de diferentes épocas, incluso separadas por millones de años y ocupando nichos imposibles. Sin embargo, estas películas tenían los elementos para elevar a los dinosaurios al olimpo de mitos de la cultura popular.

En 1953, llegó *El monstruo de tiempos remotos*, basada en un cuento de Ray Bradbury, que presentaba a un dinosaurio que invadía Nueva York. Este animal era claramente un *Tyrannosaurus rex* con brazos de fisicoculturista y crestas como de gallo, pero caló hondo, al grado de que se considera precursora del cine japonés de monstruos tipo Go-

dzilla y de todas las series de *Kaijus* japonesas que le siguieron y que terminaron por enamorarme definitivamente de estas bestias.

Ya en los 60 y 70 (y estas últimas sí las vi en estreno), el cine puso a coexistir a los dinosaurios con los humanos. Recordemos la cinta con Rachel Welch, *Un millón de años atrás* (1966) o la comedia *El cavernícola* (1980), con el mismísimo y pésimo actor, Ringo Starr, en donde son invariablemente perseguidos por un *T. rex* malora.

No pretendo hacer un recuento de películas donde se le suman incluso dibujos animados, que solían ser mejores, por lo menos más creíbles, pero era evidente que los guionistas y directores no contaba con la asesoría de paleontólogos o zoólogos, y si los tenían, no les hacían ningún caso: estructuras corporales falsas, líneas temporales totalmente erróneas, nichos ecológicos equívocos o imposibles (para los no biólogos, un nicho ecológico se refiere al «papel» que un organismo cumple en un hábitat determinado, incluyendo el afecto de su interacción con otros organismos, con el ambiente, o con el propio humano). El asunto es que ponían como cazadores a carroñeros, vegetarianos como cazadores, cazadores superinteligentes o les insuflaban valores humanos (*En busca del valle encantado*, de Steven Spielberg, se lleva las palmas) o los colores,

texturas corporales, conducta o el hábitat, eran pura puntada de los guionistas.

El asunto es que el cine, la televisión y la literatura contribuyeron a instalar a este grupo de organismos en la mente de los niños y adultos de todo el mundo. Ese es el lado positivo. Tal vez muchos paleontólogos se decidieron a estudiar esta ciencia por el impacto de las imágenes e historias aportadas por estos medios. Pero también sembraron ideas muy equivocadas y que ahora son conceptos muy difíciles de corregir.

¿Los dinosaurios eran todos cazadores terribles? ¿Todos eran gigantes? ¿Vivieron todos juntos y compartieron espacio y tiempo? ¿Todos eran verdes? ¿Los no cazadores eran como grandes vacas, apacibles e ingenuas? ¿Todas las especies de reptiles de la época eran dinosaurios? ¿Todas las especies vivieron solo en Norteamérica (lo que hoy conocemos como tal)? ¿El mundo era como ahora, incluyendo continentes, ríos, lagos, biomas, clima, etc.? La respuesta a esta cascada de interrogantes es que no, pero lo que se desprende del cine parece decirnos lo contrario.

Aquí llega la película de *Parque Jurásico* (1993), notable por muchas razones. Primero, la escenificación de los dinosaurios utilizando la animación computarizada en 3D. ¡Guau! Notable por donde se





le mire. Tanto que los dinosaurios ya no fueron los mismos desde entonces. Otro aspecto a destacar de esta cinta es la presencia de asesores especializados que, por lo menos, evitaron algunas de las grandes pifias del cine anterior, pero como veremos más adelante, no les hicieron caso del todo, privilegiando el aspecto mercantil de la película.

Es difícil explicarle esto a los miles de *fans* enloquecidos por esta película, que a mí me parece técnicamente muy buena, pero científicamente llena de errores, incluso en aspectos éticos. Para comenzar, la imagen de la ciencia como creadora de monstruos, y aquí tendría yo mucho que decir, pues esta sí es mi área. La película pone a la biología molecular y a su hija putativa, la biotecnología molecular, como el error más grande del conocimiento humano, nada menos que disciplinas que intentan usurpar el «dominio exclusivo de Dios», la creación de vida. Y esta intención de la película y del libro en que se basa, no es casual.

Su lanzamiento coincidió con el avance vertiginoso de estas dos áreas científicas, incluyendo la secuenciación automatizada del ADN, la creación del PCR, la clonación exitosa de la oveja Dolly y otros organismos complejos.

De manera que los sectores más conservadores y de ultraderecha de EUA, se solazaron con una película potencialmente al alcance de millones de espectadores en todo el mundo, porque reforzaba los miedos al conocimiento, a separarse de los pastores y, a su juicio, a prescindir de Dios. Debemos decir que es una película de fantasía, no de ciencia, ni lo pretende, sin embargo, no es neutral y claramente tiene una intensión y un destinatario: un público que toma sus «ideas científicas» y su información, fundamentalmente de los medios de comunicación masiva que tienen dueños e intereses muy claros. Esta y otras películas de la época aprovecharon la falta de información y (con gran calidad) reforzaron la desinformación y entronizaron el miedo a la biotecnología que irracionalmente sigue privando en amplios sectores de la población y de los tomadores de decisiones.

Pueden encontrar en internet cualquier cantidad de listados y explicaciones de los cientos de errores científicos de la película que, si bien contó con asesoría científica, privilegió el interés comercial en muchos aspectos, por ejemplo, el diseño de sus animales, como en los velociraptores que, al parecer, el director y productor se negó a ponerlos

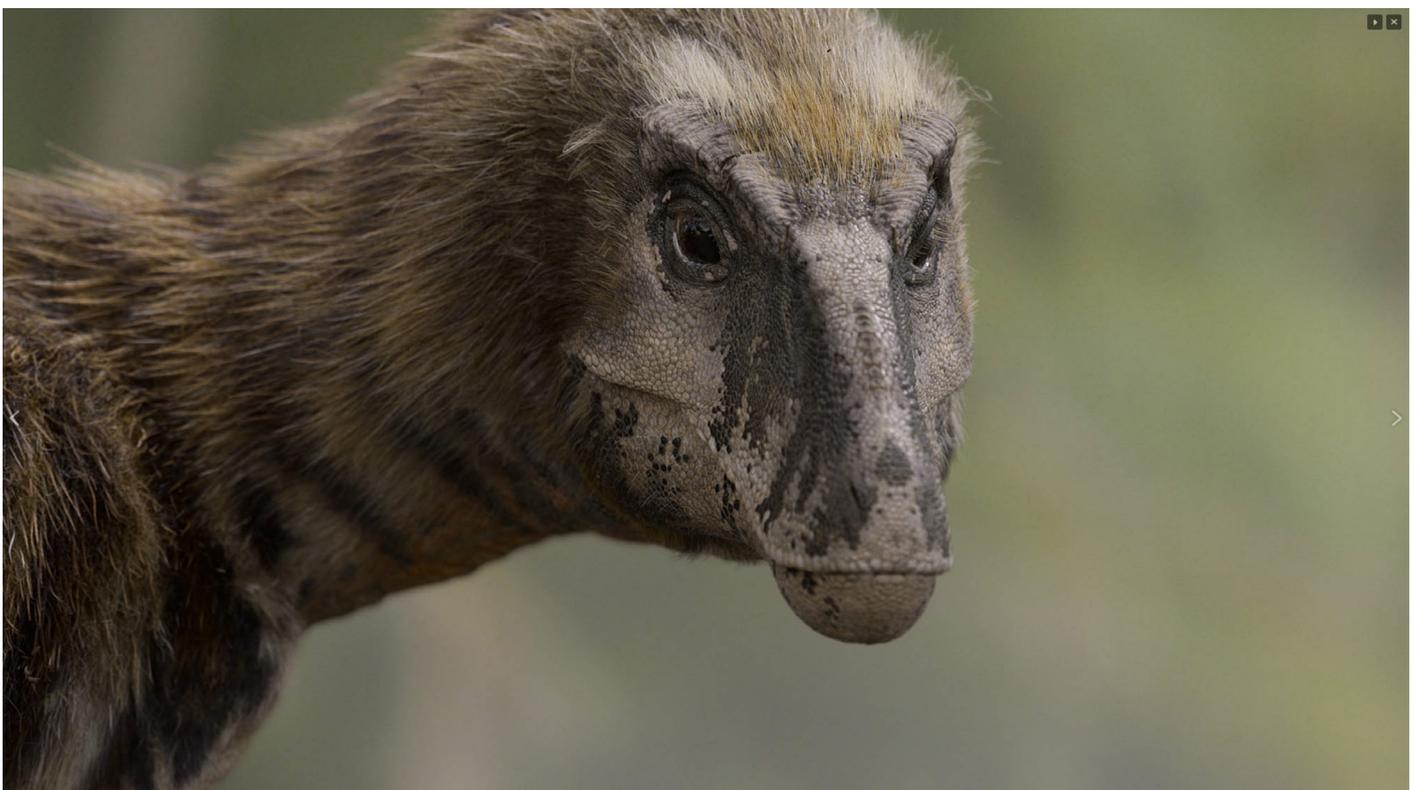
emplumados ¿Qué va a decir el público cuando vea a un perico enojado cazar a las pobres víctimas? ¿Debo cambiar el colorido de los animales por uno al que la gente no está acostumbrada? ¿Si ese *dino* es un terrible cazador, por qué hacerlo ver como carroñero, aun y cuándo lo fuera?

¿Qué más se puede decir? Que generó la idea de que los dinosaurios convivieron todos en el mismo espacio y casi al mismo tiempo. Que clonar a un animal extinto hace millones de años (más de 60) era coser y cantar disponiendo de la «sangre y el ADN» en el tracto digestivo de un mosquito fosilizado hace 60 millones de años y que casualmente chupó a todas las especies, incluyendo a las que no eran jurásicas, sino cretácicas y que vivieron a miles de kilómetros de distancia y en ambientes totalmente incompatibles con una isla tropical. Y si esto fuera poco, que las leyes y principios de la bioenergética o de la ecología se podían violar cuando había dinero. Además, presenta a los científicos y tecnólogos (y nos concede agregar algunos empresarios) como una pandilla de idiotas que ni analizan, ni calculan, ni prevén hasta lo más obvio. Y si *Parque Jurásico* tiene problemas, las secuelas son horribles, es un repetir lo mismo hasta el cansancio, a pesar de los avances de la ciencia. ¡Puro espectáculo, pues!

Bueno, fue mi momento de odio y no me extenderé más. Todos estos antecedentes son un contexto para presentar una serie sobre dinosaurios (y otros bichos) que les recomiendo mucho, claro, desde la visión del no especialista y para un público interesado en estas bestias. Se trata de una producción de la BBC en colaboración con AppleTv. Y esto es importante que se mencione porque el primero tiene ideas para hacer divulgación y el segundo dinero y tecnología. Se trata de *Planeta Prehistórico* (AppleTv, 2022), una serie de apenas cinco episodios, narrados por David Attenborough, que muestra la vida de los dinosaurios y de otros que no lo son, a través de cinco ecosistemas principales.

Cuenta con la tecnología de animación digital más avanzada hasta ahora y esto refleja realismo, al grado de provocar en el auditorio (con una buena tele) una experiencia inmersiva. La narración de Attenborough es también un acompañante muy poderoso a la narración visual y le da credibilidad por ese solo hecho. Para quienes no lo conocen, David Attenborough es una de las principales voces en la divulgación de la ciencia; su discurso presenta la información científica disponible sobre los animales presentados y sus hábitats.

Es claro que el propósito es distinto al de una película hollywoodense, lo entiendo, pero aquí les



hicieron mucho más caso a los expertos sin sacrificar el espectáculo, creando una rara combinación de goce estético con cierta dosis de información seria, la mínima para entender el momento y contexto sin ser un especialista.

Está contada con las mejores técnicas de *storytelling*, una forma narrativa muy eficaz para presentar información que se quiere compartir y que resulta muy adecuada en la divulgación de la ciencia. En este sentido, cada episodio, cada grupo de animales, se presentan como si de un cuento se tratara. Esto la hace muy atractiva para el gran público, sin tener que inventar peleas de campeonato ni humanos llegados por agujeros «espacio-temporales», chapucería muy usual en el cine de ficción que no es bien cuidado (lástima, *Parque Jurásico* se inscribe aquí).

Cada episodio tiene una duración de 40 minutos que se pasan volando. En cada uno de ellos nos presentan al grupo de reptiles representativos del bioma o de la época geológica, en realidad varios grupos por capítulo. No le temen a mostrar una explosión de colores y decorados de estos seres, que seguro debieron presentar, ni emplumar a quien la evidencia científica ha propuesto emplumar o hacerlo solo en una etapa de su desarrollo, lo que es el caso de los velociraptores y de las crías de los tiranosaurios. Tampoco se rehuye (y esto es genial) a mostrar animales de todo el mundo, incluyendo los que comparten nicho ecológico (equivalentes) en otras regiones del mundo.

Nos presentan una recreación (no es un documental técnico para especialistas) de cómo debió ser la vida de cada especie tratada, su comportamiento, función en los ecosistemas y devenir. Las imágenes, decía, son muy potentes y respaldan la narrativa de manera muy eficaz, incluso es una buena forma de aprender el lenguaje y poder de la divulgación narrativa.

Tanto la imagen, la música de Hanz Zimmer, como la voz de David Attenborough, generan un impactante acabado en toda la serie, la cual se va en un suspiro dejando a toda la familia con apetito de más. No renuncia al espectáculo, pero está guiada por información seria. Un ejemplo de muy buena divulgación. Estoy seguro que la gente que la mire tendrá montones de nuevas preguntas, por lo que la producción pone a disposición el sitio oficial de internet para ampliar la información, aunque desafortunadamente esta se encuentra, por ahora, solo en inglés, cosa que esperamos se corrija pronto.

Planeta Prehistórico debe verse en familia y los padres tienen que poner especial atención, ya que luego se quejan de que no pueden charlar con sus hijos pequeños, quienes parecen saberlo todo sobre los dinosaurios. Esta serie les dará herramientas para que no se queden en silencio cuando sus hijos hablen de sus monstruos favoritos.



EXPERIMENTA

Flechas que cambian de dirección

* Rafael Salgado Garciglia

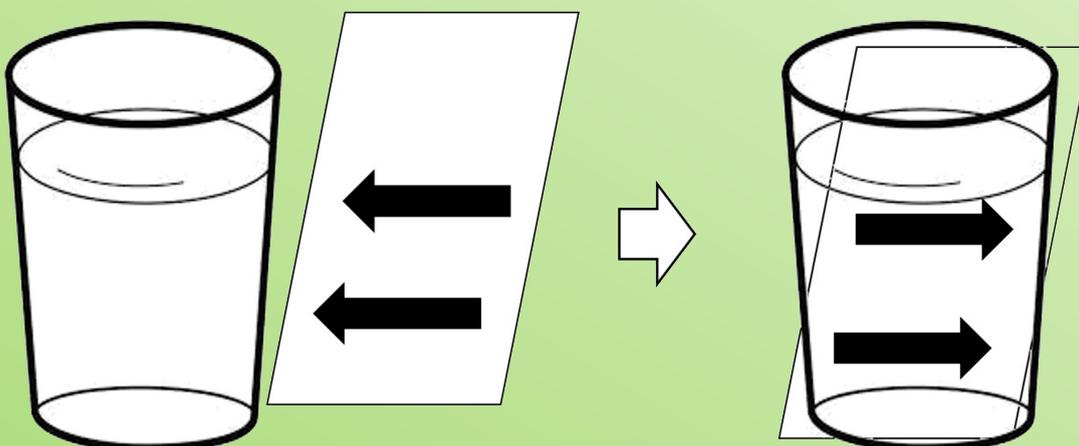
Este experimento es muy fácil de hacer, pero ¿sabrás explicar lo que ocurre? Empecemos por hacerlo, toma un vaso mediano de vidrio transparente y llénalo con agua. Ahora, dibuja con lo que tengas a mano en una hoja blanca de papel, dos flechas que apunten a una misma dirección horizontal y no muy juntas. Más abajo te digo lo que vamos a hacer para investigar cómo y porqué estas flechas cambian su dirección.

Materia/

- 1 Vaso mediano de vidrio transparente
- Agua
- 1 Lápiz, bolígrafo o marcador
- 1 Hoja de papel

Coloca el vaso con agua frente a ti y pon de forma vertical el papel con las flechas que dibujaste, a un lado del vaso. Ahora, desliza el dibujo por detrás del vaso y observa lo que ves. ¡Magia, la dirección de las flechas cambió! Es decir, las puntas de las flechas ahora apuntan al lado contrario del que tu dibujaste. Para que esto suceda, busca la distancia adecuada entre el vaso y el dibujo. Puedes hacerlo cuantas veces quieras, incluso ahora con el dibujo al revés, y seguirás viendo el mismo fenómeno.

Claro que no es magia, es un fenómeno de física que se llama refracción y flexión de la luz. Cuando está el papel con las flechas detrás del vaso con agua, lo que tu ves es el resultado de la refracción de la luz que pasa a través del vidrio frontal, del agua y del vidrio posterior, que se regresa por el mismo camino, antes de alcanzar las flechas. Cuando la luz se une, se llama punto focal y la imagen que vemos es inversa porque los rayos de luz que se refractaron o doblaron, se cruzan y la luz que estaba en el lado derecho ahora está en el izquierdo o viceversa, haciendo que las flechas parecan que se han invertido.



Te reto a que hagas el mismo experimento sin agua ¿puedes explicar lo que pasa?

*Rafael Salgado Garciglia. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

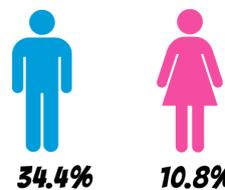
INFOGRAFÍA

¡No normalices tu alcoholismo!*

¿NO PUEDES
DIVERTIRTE SIN
ALCOHOL? ESO SE
LLAMA OBSESIÓN

CIFRAS

- 1 DE CADA 20 MUERTES SON A CONSECUENCIA DEL ALCOHOL.
- DE ESTAS MUERTES, EL 28% SON ATRIBUIDAS A LESIONES (ACCIDENTES, VIOLENCIA)
- EL USO NOCIVO DEL ALCOHOL ES FACTOS CAUSAL DE MÁS DE 200 ENFERMEDADES Y TRASTORNOS



EL CONSUMO DE ALCOHOL EN MÉXICO REPRESENTA UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA QUE DEBEMOS ERRADICAR

LA FIESTA SE ACABA MÁS TEMPRANO SI ERES ALCOHÓLICO



AFECCIONES SOCIALES

El dinero solo se va en tu adicción



Vivir con un alcohólico es desgastante para el núcleo familiar



SE PIERDEN MOMENTOS Y ETAPAS QUE NO VUELVEN

CONSECUENCIAS DE SALUD

- LESIONES (ACCIDENTES VEHICULARES, RIÑAS, CAÍDAS, ENTRE OTROS)
- INTOXICACIÓN ETÍLICA
- HIPERTENSIÓN ARTERIAL, ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES
- CÁNCER DE MAMA, BOCA, ESÓFAGO, HÍGADO, COLON, ENTRE OTROS
- CIRROSIS HEPÁTICA, INSUFICIENCIA
- Y LA LISTA CONTINÚA...

CONSECUENCIAS SOCIALES

- VIOLENCIA (HOMICIDIOS, SUICIDIOS, AGRESIÓN SEXUAL, VIOLENCIA DOMÉSTICA)
- COMPORTAMIENTOS SEXUALES DE RIESGO
- PROBLEMAS DE SALUD MENTAL (DEPRESIÓN, ANSIEDAD, DEMENCIA)
- PÉRDIDA DEL EMPLEO, PROBLEMAS FAMILIARES

Organización Panamericana de la Salud (2021). Alcohol. Nota informativa. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/alcohol>
Comisión Nacional Contra las Adicciones (2017). Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017. Reporte de Alcohol. Disponible en: https://encuestas.insp.mx/ena/encodac2017/reporte_encodac_alcohol_2016_2017.pdf

*Dr. Manuel Antonio López Cisneros

