

# sabermás

## Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



## La mitocondria ¿una empresa sustentable?

Los obstáculos en el desarrollo farmacéutico  
Los asombrosos engaños del azul en la naturaleza  
El sexo en los peces  
Lunaticos, selenofóbicos y fotofílicos  
La depresión en universitarios

Problemas mentales en estudiantes de doctorado  
Depresión por maltrato infantil  
El guaje ¿alimento para rumiantes?  
Bionergía a partir de la combinación  
de residuos complementarios

Año 9 / No. 49/ enero-febrero/ 2020  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



9

772007

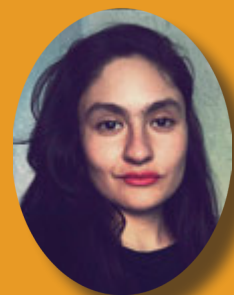
704007



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*

ISSN-2007-7041

# CONTENIDO



Liliana Díaz Lomeli



Mitochondria, Óleo e ilustración digital  
Instagram: @ratafakplasta  
Facebook: Diamantina Pura

## La mitocondria ¿una empresa sustentable? 26

### ARTÍCULOS

Los obstáculos en el desarrollo farmacéutico	14
Los asombrosos engaños del azul en la naturaleza	18
El sexo en los peces	22
Lunaticos, selenofóbicos y fotofílicos	34
La depresión en universitarios	38
Problemas mentales en estudiantes de doctorado	42
Depresión por maltrato infantil	45
El guaje ¿alimento para rumiantes?	48
Bionergía a partir de la combinación de residuos complementarios	52



14



22



38



45



52

### ENTÉRATE

- Bacterias marinas fuente de antibióticos 6
- Crean los primeros xenobots o robots vivos 7
- Nuevo Coronavirus en China 8

### TECNOLOGÍA

- Secuenciación genómica: Cuando el destino nos alcance 56

### UNA PROBADA DE CIENCIA

- El mundo y sus demonios 59

### CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- Citoesqueleto y tráfico vesicular 62

### LA CIENCIA EN EL CINE

- Ad Astra 66

### EXPERIMENTA

- Un colorante que cambia de color 69

### INFOGRAFÍA

- La ilustración científica 70



Entrevista al Dr. Marco Antonio Landavazo Arias,  
Coordinador de la Investigación Científica UMSNH

10

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

## Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

## Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

## 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 9, No. 49, enero-febrero, 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, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto: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, 10 de febrero de 2020.

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  
Departamento de Computo  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

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  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Puebla, Puebla. 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

Rosangel

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

Inicio el 2020 con muchas expectativas y muchos proyectos. Entramos a nuestro noveno año de trabajo ininterrumpido. Nueve años parecen poco, pero vistos a la distancia nos permiten evaluar el camino por el que vamos. Por principio, cuando discutíamos qué tipo de revista queríamos ser, estaba claro que la Universidad Michoacana y toda la sociedad requerían de una revista de divulgación; que esta tarea era imprescindible y la universidad estaba dispuesta a emprenderla. El asunto es que, en aquellos años, no estaba muy claro si hubiera que abandonar el formato impreso, combinarlo con el digital o de una buena vez aventurarnos a un mundo poco conocido y lleno de incertidumbres...

Todos asumíamos que las TIC ofrecían un mundo de posibilidades, pero nosotros, los de entonces, nos habíamos formado en un "mundo físico", de objetos tangibles y temíamos que no contar con una revista tradicional, en papel, le quitaría posibilidades de éxito. Y esta discusión no fue -y aun no lo es- exclusiva de nosotros. Pero nuestro análisis resultó acertado: había que emprender ese camino de manera definitiva. Abrazar las nuevas tecnologías con todo su potencial y en el camino, ir aprendiendo.

En estos años hemos sido testigos de la desaparición de muchas publicaciones impresas, muchas de ellas de un enorme prestigio (y tamaño). También hemos atestiguado la transformación radical de otros medios a la tecnología digital y mirando la consolidación de Saber Más, podemos pensar que acertamos.

Tenemos un público muy leal con más de dos millones de accesos, la mayoría de ellos sistemáticos, con un factor de retorno muy alto. Los lectores que nos conocen regresan con cada número. El 50% de las consultas se da en México, el resto, en prácticamente toda Iberoamérica y la población de habla hispana en los Estados Unidos. Recibimos una muy buena cantidad de artículos de investigadores y estudiantes, que confían en nosotros para publicar sus trabajos de divulgación de su quehacer científico para el gran público, hemos logrado inscribir a Saber Más en los principales índices de revistas científicas, capítulo de divulgación, de Iberoamérica, nos han otorgado algunos reconocimientos importantes por la calidad de nuestro trabajo y...

Ésta es la parte alegre. Hemos de reconocer que el esfuerzo de estos años no ha sido una tarea sencilla. Además del aprendizaje constante al que estamos obligados, estamos trabajando muy duro para conseguir la infraestructura, el equipamiento, la capacitación, para aprovechar al máximo las oportunidades que nos brindan las TIC. La revista se ha consolidado, y no, no es una publicación tradicional. Además de la revista en línea, estamos en redes sociales, plataformas móviles como teléfonos y tabletas, televisión por internet, radio y televisión tradicional y en muchos otros productos del mundo digital.

El número que ahora tienes "en tus manos", da cuenta de esta evolución. Te invitamos a continuar con nosotros, Saber Más, revista de divulgación de la ciencia.

*Horacio Cano Camacho*  
Editor



## ENTÉRATE

### Bacterias marinas fuente de antibióticos



**E**n la búsqueda por encontrar nuevas moléculas con actividad antibiótica, para eliminar las bacterias que nos causan las diversas enfermedades infecciosas, sobre todo las multirresistentes, algunos grupos de científicos están interesados en estudiar microorganismos que habitan en el mar, por considerarlos que tienen una forma de vida compleja, una biología celular inusual y genomas grandes, lo que los lleva a producir compuestos antibióticos para luchar contra otras bacterias por conseguir nutrientes y colonizar un hábitat.

El equipo de microbiólogos liderados por Christian Jogler de la Universidad Friedrich Schiller de Jena en Alemania, han realizado estudios en bacterias *Planctomycetes* en varios sitios marinos, microorganismos que habitan en comunidades con otros microorganismos y que compiten con ellos para conseguir hábitat y nutrientes, lo que explica

que este grupo bacteriano sea tan interesante para los investigadores.

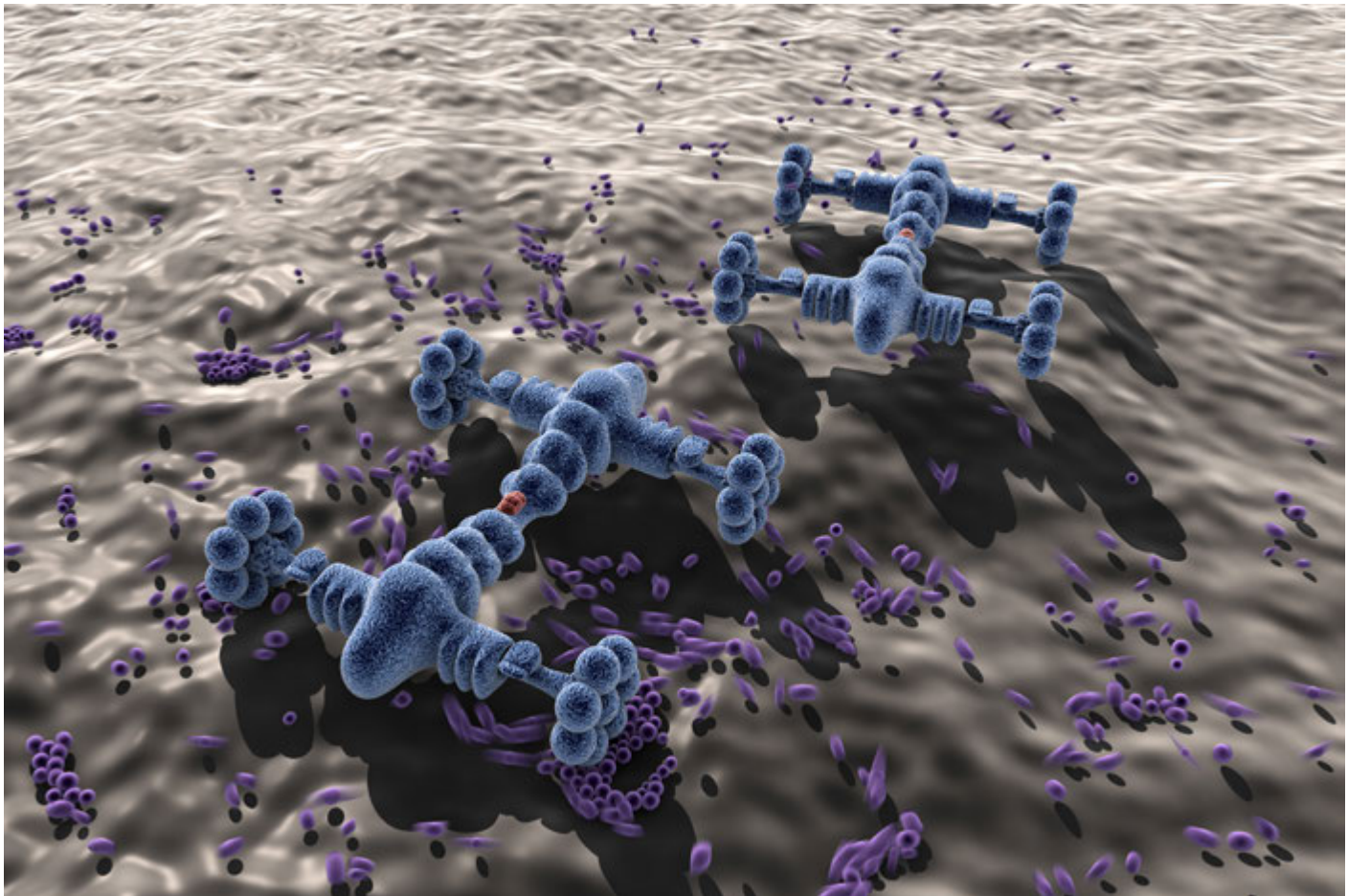
Mediante robots sumergibles y de submarinistas científicos, se colectaron muestras del Mediterráneo, del Mar del Norte, del Mar Báltico y del Mar Negro, así como de los océanos Atlántico, Pacífico y Ártico, consiguiendo crear cultivos puros en el laboratorio, de 79 nuevos *Planctomycetes*, los cuales representan juntos 31 nuevos géneros y 65 nuevas especies. Éstos han mostrado un gran potencial de producir nuevos antibióticos.

Fuente: Wiegand, S., Jogler, M., Boedeker, C. et al. (2019). Cultivation and functional characterization of 79 planctomycetes uncovers their unique biology. *Nat. Microbiol.* (Noviembre).

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0588-1>

# ENTÉRATE

## Crean los primeros xenobots o robots vivos



Un biobot o bio-bot son los robots “vivos” diseñados para que hagan una función que algún ser vivo realiza, principalmente en animales. Realmente son “organismos” de materia animada, considerando que no son robots ni un ser vivo. ¿Entonces, qué son?

Para explicarlo de manera sencilla nos basaremos en la noticia reciente de la creación de “robots vivos” de tamaño milimétrico, diseñados y ensamblados por un grupo de científicos de la Universidad de Vermont y de Tufts (en Estados Unidos de América), a partir de células de la rana africana con garras (*Xenopus laevis*), de ahí el nombre de “xenobots”. Apenas son de un tamaño milimétrico (0.05 – 0.1 centímetros), formados de las células embrionarias de piel y cardíacas de esta rana, por lo que pueden servir para suministrar medicamentos, limpiar residuos tóxicos o hasta recoger microplásticos en áreas contaminadas. ¡Imagínate! Pueden tener movimiento propio o dirigido, sobrevivir durante

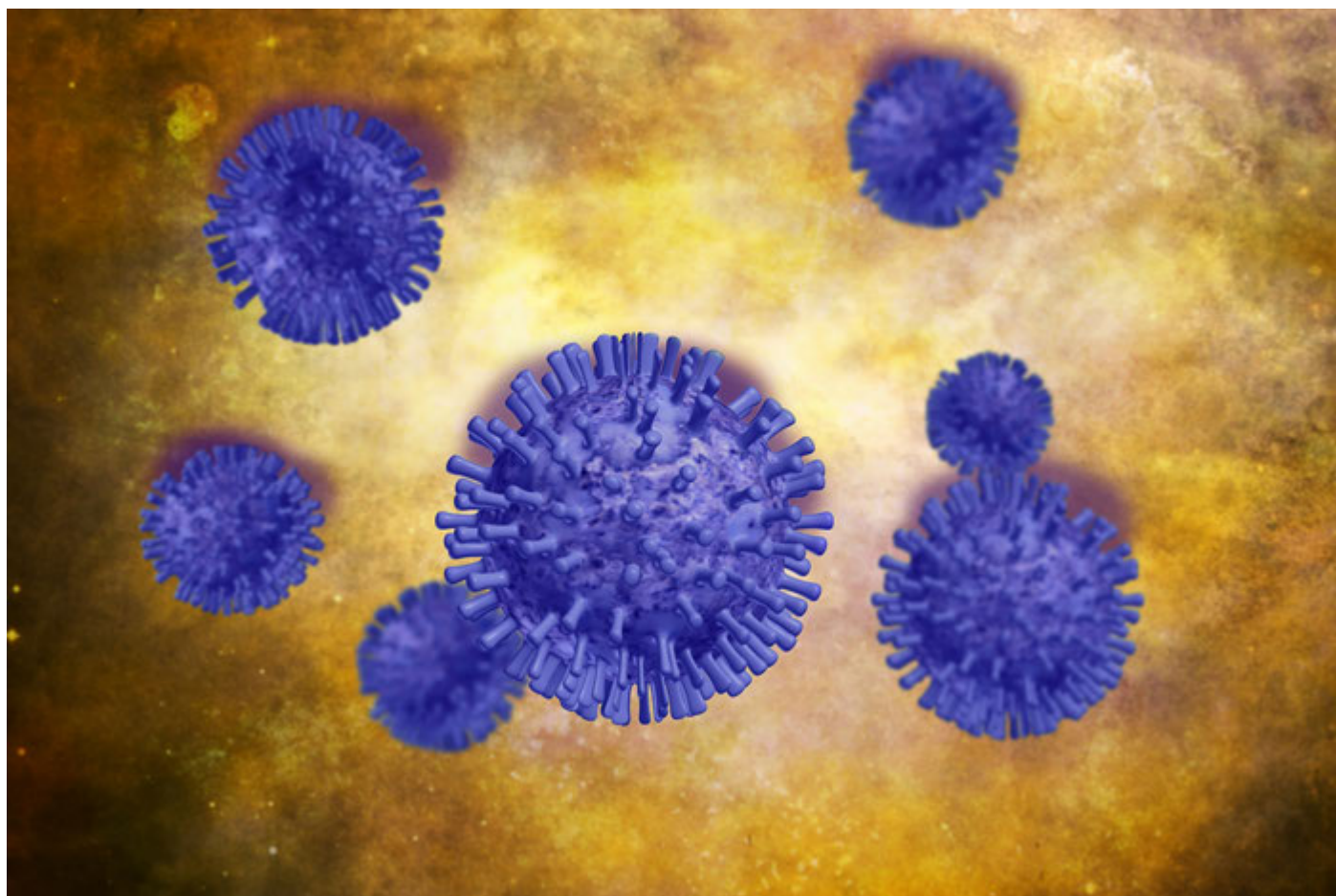
semanas sin tomar nutrientes y logran trabajar en grupos.

Este grupo de científicos, liderados por Josh Bongard y Michael Levin, obtuvieron esta creación de miles de posibles diseños utilizando un algoritmo evolutivo, con la supercomputadora “Deep Green” de la Universidad de Vermont, transfiriendo un diseño a células vivas, incubándolas y cada vez que crecían, fueron segmentadas y se consiguió que estos biobots tuvieran movimiento y trabajo en grupo. Este avance de la ciencia, demuestra que un grupo de células puede obedecer a los estímulos bajo los que fueron creados, el mayor reto es escalar este diseño a un sistema más complejo, para lo que tenemos aún que esperar y ver los resultados.

Sam Kriegman, Douglas Blackiston, Michael Levin y Josh Bongard. 2020. A scalable pipeline for designing reconfigurable organisms. PNAS, 13 de enero. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910837117>

## ENTÉRATE

### Nuevo Coronavirus en China



**E**l 31 de diciembre de 2019 se notificó una serie de casos de neumonía de etiología desconocida en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China. El 9 de enero, las autoridades chinas informaron a los medios de comunicación que la causa de esa neumonía viral era, en principio, un nuevo tipo de coronavirus diferente a cualquier otro coronavirus conocido en humanos hasta la fecha. Los coronavirus son una gran familia de virus que provocan enfermedades respiratorias: desde un resfriado común hasta el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SARS).

Los signos y síntomas clínicos que se manifiestan en esos pacientes son, principalmente, fiebre y, en algunos casos, disnea e infiltrados en

ambos pulmones observables en las radiografías de tórax. Algunos de esos pacientes trabajan como comerciantes o vendedores en el mercado de pescados y mariscos de Huanan, lo que configura una zoonosis.

Las zoonosis son enfermedades que se transmiten de los animales a nosotros. Se conocen muchas de éstas y otras están apareciendo a cada momento. Conocemos varias de ellas de vigilancia obligatoria por su potencial pandémico como la fiebre aviar, Ébola, varios tipos de influenza y los llamados síndromes agudos respiratorios como el SARS y el MERS. Los estamos recordando ahora por la emergencia de un nuevo coronavirus, pariente cercano de éstos.



Se trata del COVID-19, virus surgido en China a mediados de diciembre del año pasado y que a la fecha ha producido más de 70,000 contagios y cerca de 1500 muertes. Este virus se ha expandido a varios países de la mano de viajeros que estaban en el centro de origen de la enfermedad o tuvieron contacto con personas que estuvieron en la zona, lo cual confirmó sin dudas, la transmisión de humano a humano. El nuevo coronavirus se puede transmitir por aerosol en el aire, según las autoridades de salud

El nuevo coronavirus (COVID-19) se puede transmitir cuando alguien estuvo expuesto a altas concentraciones de aerosol en un ambiente relativamente cerrado durante mucho tiempo, según las autoridades sanitarias de China.

Los estudios moleculares han mostrado que el COVID-19 probablemente "saltó" de una especie de murciélago al humano, utilizando una especie intermedia, que hasta el momento se piensa puede ser el pangolín, un mamífero, por desgracia, consumido en China, a pesar de su prohibición.

Existen varios escenarios para el desarrollo de esta nueva pandemia, en el primero, puede ser que las medidas de contención emprendidas por el gobierno chino comiencen a disminuir el número de contagios, incrementar el número de positivos dados de alta, disminución del número de víctimas mortales y la enfermedad, en general comience un proceso de control. Un segundo escenario hace posible una pérdida de control de la enfermedad y su difusión acelerada por todo el mundo, en particular, en aquellos países con muchas debilidades en sus sistemas de salud pública.

La Organización Mundial de la Salud ha decretado una alerta mundial para permitir que los gobiernos extremen sus medidas de precaución y vigilancia para disminuir las posibilidades de este segundo escenario. En este sentido, la información veraz y oportuna, evitar el pánico y la distribución de información falsa o de mala calidad, forman parte de los cuidados indispensables que debemos tomar.

Por lo pronto, las precauciones y consejos solo son aplicables a viajeros internacionales y que tengan relación directa con las zonas afectadas de china por actividades comerciales, pero que resultan válidas para evitar el contagio de otras enfermedades respiratorias:

- Evitar el contacto directo con personas que padezcan infecciones respiratorias agudas
- Lavarse las manos frecuentemente, especialmente después del contacto directo con personas enfermas o su entorno
- Evitar el contacto directo con animales de granja o animales salvajes, vivos o muertos
- Las personas con síntomas de una infección respiratoria aguda deberían tomar las siguientes precauciones: mantener cierta distancia con los demás, cubrirse la nariz y la boca con pañuelos desechables o ropa al estornudar o toser y lavarse las manos.



## ENTREVISTA

# Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

Por Rafael Salgado Garciglia



**E**s Doctor en Historia por El Colegio de México, desde hace 20 años es profesor-investigador de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), del que fue su director (2012-2016). Actualmente se desempeña como Coordinador de la Investigación Científica en la UMSNH

Es Investigador Nacional nivel II del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Ha sido profesor visitante en la Universidad Nacional de Educación a Distancia en Madrid, España y en la University of St Andrews, en Escocia. Ha sido también C. B. Smith Visiting Scholar en The University of Texas at Austin, Adjunct Senior Research Scholar en Columbia University in the City of New York, Becario en la Escuela de Estudios Hispanoamericanos CSIC en Sevilla, España e investigador huésped en la Casa de Velázquez, en Madrid, España. Ha participado en numerosos congresos y coloquios en

México, Estados Unidos, Perú, Colombia, España, Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, Holanda, Portugal, Hungría y Eslovaquia. Es especialista en historia política y social de México y América Latina en los siglos XIX y XX y de las relaciones México-España, por lo que es autor de varios artículos y capítulos de libros en estos temas.

Entre sus últimas publicaciones, se pueden mencionar: "Visiones contrapuestas sobre las independencias hispano-americanas: Manuel Abad y Queipo y Manuel Lorenzo de Vidaurre". En: *Tzintzun. Revista de Estudios Históricos*, no. 69, ene-jun, UMSNH, 2019 pp. 35-66. ISSN: 1870-719X. ISSN-e: 2007-963X. Índices: Scopus, Cengage Learning; "Chivos expiatorios en la Nueva España: de Bonaparte a los gachupines, 1808-1815" en M. Chust y C. Rosas Pardo (coords.). *Los miedos sin patria. Temores revolucionarios en las Independencias Iberoamericanas*. Madrid: Sílex Ediciones, 2019 pp. 317-338. ISBN: 978-84-7737-685-9; "The Good Monarchical Government: Popular Translations of

Spanish Political Thought During Mexico's Independence". En *Transatlantic Studies Reader: Latin America, Iberia, Africa*. C. Enjuto-Rangel, S. Faber, P. García-Caro, R. Newcomb eds. Liverpool: Liverpool University 2019, Press, pp. 359-371. ISBN: 9781789620252.

### ***¿Qué te motivó y por qué estudiar en el área de las ciencias sociales?***

En realidad, estudié la carrera de Ciencias Políticas, pero me di cuenta rápidamente que la historia era fundamental para entender la política en cualquier ámbito, sobre todo en el caso de México. La tesis en esta carrera la hice más de historia que de ciencias políticas, de tal manera que cuando decidí hacer un posgrado, lo hice en historia y dedicarme propiamente en la investigación histórica.

### ***¿Cuál fue el tema principal de estas investigaciones?***

Por una razón poco fortuita, empecé estudiante el Siglo XIX, aunque podría haber estudiado el Siglo XX o antes, pero lo hice por la orientación de profesores de licenciatura y percatándome que era un siglo muy importante porque de alguna manera es el siglo donde se inicia la construcción o como algunos dirían, la invención de México como nación y del nacionalismo mexicano.

### ***¿En la actualidad, hacia dónde se dirigen tus investigaciones sobre el nacionalismo?***

El estudio del nacionalismo tuvo un resurgimiento hace algunas décadas precisamente por el resurgimiento de los nacionalismos en diferentes partes del mundo, pero sobre todo en Europa, donde se suponía que estos procesos de agregación como el de la Unión Europea, significaban casi la muerte de la nación como forma de organización política y social. Aunque nos dimos cuenta que esto no era así con la crisis de los Balcanes, que el nacionalismo aún era una realidad muy fuerte, muy potente, lo que dio pie a regresar a estudiar el nacionalismo. En el caso de México quizás en los años 70's y 80's del Siglo XX, empezó también una nueva mirada sobre el nacionalismo mexicano. Que inició a estudiarlo despojado de la parte mística que tiene todo fenómeno natural nacionalista.

### ***¿Qué entendemos cómo nacionalismo?***

Todo nacionalismo, incluido el nacionalismo mexicano es un fenómeno histórico, que quiere decir que más o menos podemos fechar cuándo surge y eventualmente podría morir como fenómeno histórico, social y cultural. Ahora no hay indicios para nada de eso, por el contrario, hay resurgimiento, ya

que en diferentes partes del mundo hay un reforzamiento de partidos y movimientos con un fuerte cariz nacionalista. Estamos viendo la salida de la Gran Bretaña de la Unión Europea, que podría tomarse como un síntoma de ese resurgimiento,

En el caso de México, el nacionalismo mexicano ha venido cambiando, no es el mismo el que se construyó a principios del Siglo XIX, a finales de éste, durante el XX y el de hoy mismo. Como ya lo dije, el nacionalismo es un fenómeno que siendo histórico podemos fechar su inicio de construcción, con diferentes ejemplos pero que tiene una característica que es presentarse como todo, pero menos como fenómeno histórico, como algo casi natural, que siempre ha existido. El nacionalismo, además es un fenómeno exitoso en lograr esa idea, de tal manera que los nacionales de cualquier país, incluido México, sienten que el ser mexicano es una identidad perenne que siempre ha existido, con características inmutables o por lo menos hay una cierta esencia que identifica cualquier nacionalismo, cualquier identidad nacional, lo cual es falso, por lo que encontramos muchas expresiones populares o del saber común, que resaltan ciertos rasgos que son propios, únicos, de una supuesta identidad mexicana, que son construcciones hechas de realidades, unas ciertas y otras inventadas.

### ***¿Qué nos puedes decir del resurgimiento del nacionalismo desde las comunidades indígenas en nuestro país?***

No sé si es un resurgimiento, pero si es una apuesta en la palestra o en el debate público el tema de los pueblos originarios. En 1992, durante la conmemoración de los 500 años del descubrimiento de América o de la invención de América «como decía Don Edmundo O'Gorman, un historiador mexicano», hubo muchos actos, entre ellos muchas protestas de grupos de comunidades indígenas, iniciando la idea como protesta, de conmemorar los 500 años no del descubrimiento sino del genocidio y de explotación. Otro resurgimiento fue un poco después, con el surgimiento del movimiento neozapatista en Chiapas y desde entonces ha sido un tema, afortunadamente puesto en el debate público.

Lo interesante, desde el punto de vista, del estudio del nacionalismo, es la retórica que surge asociada a estos movimientos. De hecho, hay un discurso que encontramos que dice "que los pueblos originarios son parte de la esencia de lo mexicano, lo verdaderamente mexicano", como parte de los movimientos, de los cuales hice algunas investigaciones, encontrando un rechazo a lo español para ponderar precisamente la parte indígena. Lo



español sería una especie de parte espuria del ser mexicano y la parte verdadera, la más luminosa o la más rescatable sería la indígena, que es un discurso construido sobre estas bases, pero claro, esto es relativo porque estamos hablando en español.

***¿Qué investigaciones has realizado sobre los orígenes del nacionalismo en México?***

Hace más de 20 años empecé a estudiar el proceso de la independencia de México lo que conocemos con la guerra de independencia, que inicia en 1810 con la insurrección de Miguel Hidalgo. Inicié los estudios a partir de ciertos elementos que se conocían en los estudios disponibles en ese momento sobre la independencia, que se mencionaban solo de pasada, a veces no se mencionaban y que tenía que ver con las referencias que uno encuentra en el discurso que los insurgentes escriben, como todo movimiento disidente, rebelde y revolucionario, para justificar el movimiento, para legitimarlo, para decir tengo razones para revelarme. Al revisar ese discurso, que publicaban en sus periódicos, encontramos en forma reiterada sobre todo en los primeros años de la rebelión 1811-1813, donde se decía «nuestra rebelión tiene como propósito defender a Fernando VII, como el monarca español», cosa que resulta contradictoria ya que México se quiere independizar de España y los independentistas hacen una lucha para conservar los derechos del monarca

español. Esto nos da a entender que hay un sentimiento de pertenencia a una unidad mayor, que es la monarquía española. De aquí, que empecé a estudiar el significado político y cultural de esas referencias monárquicas del movimiento de independencia, dediqué muchos años a esto, publicando el resultado de esas investigaciones. Después inicié otros estudios a partir de otro componente del discurso insurgente, además de “Viva Fernando VII”, otra parte era este famoso grito que recordamos “mueran los gachupines”, que se repetía entre las tropas de Hidalgo y de Morelos “Viva la Virgen y mueran los gachupines”.

Con esto encontramos tres grandes componentes de este discurso insurgente, la parte monárquica, la defensa de los derechos del rey sobre sus posesiones americanas; la parte religiosa, ese “Viva la virgen” era un llamado a defender la religión, supuestamente amenazada por los franceses antirreligiosos o anticlericales; y el tercero, es un rechazo a lo español. Este componente es el “antiespañolismo” que después se convierte en un elemento fundamental del nacionalismo mexicano a lo largo del Siglo XIX. Este nacionalismo que se construye en este siglo, descansa por lo menos en ese siglo sobre un rechazo a lo español, un rechazo a la herencia española y al mismo tiempo se empieza a fortalecer desde entonces, una ponderación de la herencia indígena.

### ***¿Cuál es tu punto de vista sobre la herencia española en México?***

Hay un alto grado de complejidad, ya que, por un lado, durante los 300 años de la época colonial, los españoles que llegan a América en el Siglo XVI, se encuentran con una diversidad enorme de grupos y de culturas, no existía México en ese entonces, y lo que hacen es unificar los diferentes territorios de la América, lo que llamamos Nueva España. El idioma español empieza a extenderse, claro hay también imposición, pero resulta algo totalmente distinto y de alguna manera la base de lo que va a ser después el país. Con esta unificación lingüística, cultural y religiosa, al imponerse la religión católica, finalmente se construye una sociedad nueva con una impronta española muy evidente, que sería absurdo negar, porque la mayoría de los mexicanos habla español y profesa la religión católica, con tradiciones mezcladas con la otra base de nuestra existencia como país que es el heterogéneo mundo indígena, porque no es lo mismo las culturas del norte que las de Mesoamérica.

A lo largo de la historia del país a durante los siglos XIX y XX, se ha venido enriqueciendo para mi gusto, con la presencia de grupos menos importantes que la herencia española-indígena, como la herencia negra y la herencia de diversos grupos europeos y asiáticos, en realidad somos una mezcla como casi todos los países que ha sido enriquecedor.

### ***¿Qué nos puedes decir sobre el nacionalismo actual en nuestro país?***

El nacionalismo es un relato que construimos sobre lo que creemos ser, el nacionalismo que se construyó en los Siglos XIX y XX, como todo nacionalismo es una mezcla que busca ser funcional en términos de dar identidad a un grupo que ahora se va a presentar como algo distinto. En el caso de México, cuando rompe finalmente en 1821 con la corona española y se declara como país independiente, somos algo nuevo que hay que construir, hay que inventar y construir un relato nuevo de identidad ya que ahora somos otra cosa, en el cual empieza a ganar terreno la identidad del mestizaje como parte esencial de la nación mexicana. Pero en ese mestizaje, lo indígena es lo valioso, lo español es una reminiscencia que cada vez más hay que eliminar y se construye ese relato de denigración de lo español. En parte se entiende, porque al revisar la historia de México inicial de 1821, la corona española no acepta ese rompimiento, no acepta las independencias que se dan en toda la América española y surge una política militarista con intentos de recuperar o reconquistar por la

fuerza el territorio de México, como todo nacionalismo hay toda una actitud defensiva, el problema que se vuelve un elemento casi definitorio de lo que podemos ahora llamar "la hispanofobia".

### ***¿Qué mensaje envías a estudiantes que tienen el interés de hacer una carrera en esta área de la Historia?***

Los interesados en estos temas pueden escoger desde luego, la carrera de Historia, estudiar Historia como una disciplina, pero independientemente de la carrera que escojan, recomiendo que lean mucho de todo, sobre todo textos de historia escritos por historiadores profesionales y serios, porque se van a encontrar con un mundo fascinante, complejo y podrán explicarse de mejor manera, cómo es que como país hemos llegado a donde estamos ahora. Tenemos una idea muy simplificada y muy compactada que se entiende, pero de verdad es riquísima, ya que tenemos una historia muy compleja.

### ***¿Cuál es tu punto de vista sobre la divulgación científica?***

Para mí, es una labor crucial y fundamental en nuestro crecimiento intelectual como personas, porque el conocimiento ha avanzado tanto, es tan especializado que incluso los especialistas terminan por concentrarse en sus líneas de investigación, lo cual está muy bien ya que todos aspiramos a ser especialistas en algo. Pero, no hay que dejar de lado leer, informarnos, cultivarnos en otras áreas del conocimiento, del saber y de la cultura, para entendernos mejor, para comprender mejor nuestra realidad, lo que nos ayuda a posicionarnos mejor en el mundo y sobre todo en el conocimiento de la realidad, sobre todo de realidades más lejanas. Nos puede ayudar para una mejor convivencia, porque podemos entender y comprender al otro, a los otros, a los extraños y a veces nos podemos dar cuenta que no son tan otros y no son tan extraños, ya que compartimos muchas más cosas.



## ARTÍCULO

# Los obstáculos en el desarrollo farmacéutico

Erika Sosa Martínez y Martha Estrella García Pérez



**Erika Sosa Martínez**, egresada de la licenciatura en Químico-Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[akire.soshillard@hotmail.com](mailto:akire.soshillard@hotmail.com)

**Martha Estrella García Pérez**, Doctora en Farmacia y Profesor-investigador Asociado "C" del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[margarc@live.ca](mailto:margarc@live.ca)

**T**odos nos hemos enfermado a lo largo de nuestra vida, y usualmente, consumimos medicamentos ya sea en forma de inyectables, suspensiones, tabletas, jarabes u otros; pero, ¿Cuál es el proceso que experimenta una molécula antes de convertirse en un medicamento? En este artículo te lo decimos; sin embargo, antes de explicar el proceso, es importante saber a qué nos referimos cuando hablamos de medicamentos, así como tener en cuenta el tiempo que invierten los especialistas en elaborarlos.

### ¿Qué es un medicamento?

Un medicamento es una sustancia que se conforma de principios activos y excipientes (aditivos), preparados por personas especializadas en laboratorios farmacéuticos. Los principios activos

presentan beneficios para la salud y provienen de fuentes como plantas, hongos y microorganismos; mientras que los aditivos sirven para aportar color, sabor y/o consistencia a las formulaciones.

### ¿Es fácil elaborar un medicamento?

Aunque pueda pensarse que es tarea fácil, seleccionar un principio activo y convertirlo en un medicamento, resulta una labor ardua y compleja, ya que se invierten de 15 a 20 años en promedio para poder elaborar un fármaco.

Por esta razón, el proceso para obtener un medicamento será comparado con una verdadera y larga carrera de obstáculos, que resulta más emocionante cuanto más cerca se está de la meta, es decir, exhibido en el anaquel de una farmacia para que sea utilizado con fines terapéuticos.

### Obstáculos a los que se enfrenta el desarrollo de un medicamento

#### Obstáculo 1: Etapa de descubrimiento

Los medicamentos se desarrollan para combatir enfermedades. En este sentido, todo comienza cuando los expertos deciden el lugar del organismo al que el medicamento estará dirigido (diana terapéutica), y con base en ello, deciden los principios activos que se investigarán. Este es el punto de partida de la carrera, en la cual participan alrededor de diez mil competidores, —que no son más que moléculas (principios activos)—, donde solo uno cumplirá el sueño dorado de convertirse en el me-

dicamento que podrá ser exhibido en la farmacia y utilizado por los pacientes.

En este contexto, si nos imaginamos que todos los principios activos inician la carrera y deben sortear un número de obstáculos, resulta fácil hacer la analogía con el desarrollo de un medicamento. Así, los competidores, deben sortear el obstáculo 1 el cual consiste en actuar directa y específicamente sobre la diana terapéutica elegida por los expertos; los que actúen mejor, serán considerados como Cabezas de Serie. Este selecto grupo será mejorado en cuanto a su estructura química, con el fin de incrementar su seguridad, estabilidad y eficacia. Como resultado de este proceso, quedarán solo mil moléculas de las diez mil que comenzaron la carrera, y serán distinguidas como Compuestos Líderes.

#### Obstáculo 2: Fase de investigación preclínica.

El grupo que pasa el primer obstáculo, debe enfrentarse a otra barrera mayor: el obstáculo 2 conocido como Fase de investigación preclínica. Para pasar este obstáculo, los principios activos deben probarse sobre células y animales de experimentación, de esta manera, los expertos comprenden si tienen posibilidades de interactuar sobre organismos más complejos como el ser humano. Para pasar esta dura prueba, los principios activos deben demostrar baja toxicidad, eficacia y desafiar el metabolismo que intentará transformarlos. Es importante mencionar que todas las sustancias químicas pueden ser tóxicas, así provengan de

*A lo largo de la historia de la humanidad, el uso de plantas y microorganismos ha servido para la búsqueda de principios activos; ejemplo de ello es la penicilina, aislada por primera vez del hongo **Penicillium notatum**. En la actualidad, disciplinas científicas como la genómica, la biología molecular, la biotecnología y la química combinatoria, han posibilitado la síntesis e identificación de múltiples candidatos terapéuticos de forma más rápida.*



plantas, hongos o microorganismos; el punto clave entre que sea tóxica o efectiva, es la dosis. ¡Por esto, se hace aún más necesario que los principios activos sean probados en animales antes de usarlos en el hombre!

La información obtenida en la fase de investigación preclínica, permite decidir la concentración del principio activo que se incluirá en el medicamento (dosis). Es así que solo las moléculas más efectivas y seguras, avanzarán triunfantes hacia el obstáculo 3, lo que equivale a alrededor de 5 o 10 compuestos químicos. Como este obstáculo es el más difícil de vencer e implica probar en humanos, los expertos deben solicitar un permiso a una entidad regulatoria, la cual revisará que los candidatos terapéuticos sean seguros y eficaces antes de autorizar su uso en humanos. En México, la entidad regulatoria a cargo es la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

### **Obstáculo 3: Fase de investigación clínica.**

Una vez que se cuenta con la autorización requerida, los competidores intentarán sobrepasar el obstáculo 3 llamado Fase de investigación clínica, donde finalmente se aportará la respuesta sobre la eficacia terapéutica de las moléculas que continuarán en la carrera en el ser humano. Dada su impor-

tancia, este obstáculo es el más largo y tortuoso, contando con tres subfases principales que se describen a continuación.

En la subfase I, los candidatos terapéuticos se prueban en un grupo pequeño de individuos sanos que han decidido participar voluntariamente con el fin de comprobar si éstos son seguros. La consecución de esta etapa permite igualmente optimizar la dosificación. Si dentro del estudio, los individuos presentan un daño severo en órganos vitales, el candidato terapéutico no podrá seguir avanzando en la carrera. Pero por el contrario, si el medicamento es seguro, continuará glorioso hacia la subfase II.

La subfase II es muy emocionante para los expertos, ya que los competidores tendrán esta vez que sortear una barrera más alta. Hasta ahora, las moléculas se habían enfrentado a células, animales o individuos sanos; sin embargo, durante esta subfase, tendrán que demostrar que tienen potencial para revertir la enfermedad para la que fueron diseñadas, es decir, que bajo la influencia del medicamento los pacientes mejoren su calidad de vida. Una vez comprobada la eficacia terapéutica de los nuevos candidatos, éstos serán probados en la subfase III.







Durante la subfase III, los candidatos terapéuticos en competencia deben demostrar —igual que en la subfase II—, su eficacia y seguridad, pero esta vez sobre un grupo aún más grande de pacientes con la intención de verificar que su impacto farmacológico, no solo se presente en grupos pequeños, sino en grandes poblaciones.

De las 5 o 10 moléculas competidoras que entraron a la fase de investigación clínica, solo una podrá pasar el obstáculo 3 con todas sus subfases. Sin embargo, antes que pueda ostentar la reluciente medalla dorada y subirse al pódium como ganadora, la entidad regulatoria revisa su rendimiento sobre cada uno de los obstáculos, y se asegura que

efectivamente se generará un beneficio importante para la población con respecto a los tratamientos ya existentes.

#### **Llegando a la meta: Autorización Sanitaria y Comercialización**

Solo cuando COFEPRIS acepta la solicitud, la meta programada será alcanzada y el medicamento, después de 15 o 20 años de recorrido venciendo obstáculos, es que puede ser llevado finalmente del laboratorio a los anaqueles de una farmacia.

Como dato curioso, aún después de que el medicamento está a la venta en farmacias, COFEPRIS se encarga de vigilar constantemente a través de programas de FARMACOVIGILANCIA, que su uso no represente un riesgo para tu salud.



Lage, A. (2011). Desarrollo farmacéutico global y acceso a medicamentos: Temas críticos de ética y equidad. *MEDICC Review*, 13(3):1-8. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicreview/mrw-2011/mrw113d.pdf>

Debesa-García, F. (2006). El farmacéutico y la salud pública. *Revista Cubana de Farmacia*, 40(1):1-12. <http://>

[scielo.sld.cu/pdf/far/v40n1/far11106.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/far/v40n1/far11106.pdf)

García, M.P. (2009). La industria farmacéutica en México. *Bol. Soc. Quím. Méx*, 3(1):30-31. <http://bsqm.org.mx/pdf-boletines/V3/N1/06-Marice-la%20Plascencia%20Garcia.pdf>

## ARTÍCULO

# Los asombrosos engaños del azul en la naturaleza

Carlos Alfredo Villanueva



**Carlos Alfredo Villanueva Rodríguez**, es Médico Veterinario Zootecnista (UPTC -Tunja - Boyacá - Colombia), especialista en Medicina Interna de Caninos y Felinos (UPTC -Tunja - Boyacá - Colombia), estudiante del programa de Maestría en Ciencias Manejo de Fauna Silvestre en la Universidad del Mar (UMAR - Pto. Escondido - Oaxaca - México).

[carlosvilla.ro.mvz@gmail.com](mailto:carlosvilla.ro.mvz@gmail.com)

Desde el primer momento en que abrimos nuestros ojos cada día, hasta este instante en que leemos este artículo, nos hemos valido de la vista como uno de los sentidos más importantes para la interacción con el entorno. Y si hay algo de lo que la gran mayoría podemos disfrutar, es de la apreciación de los colores que son inherentes a todo lo que conocemos y desconocemos.

Aunque la percepción del color es algo muy personal y difiere en cada individuo, podría decirse que en la naturaleza hemos podido ver todos los colores que el espectro de la luz visible y la evolución del ojo humano nos permiten. Sin embargo, existe un color que, aunque cotidiano y muy presente en nuestras vidas, es poco frecuente en la naturaleza: el AZUL.

Tengamos o no amplios conocimientos del mundo natural (reino animal y vegetal), si les pidiera en este momento pensar en alguna especie que sea de color azul, probablemente los que primero vendrían a colación serían las aves. Con un poco de más esfuerzo, recordarían haber visto alguna vez ciertas especies de anfibios, reptiles, peces e insectos; sin embargo, es casi seguro que no puedan identificar a un mamífero con esta coloración. Ahora, traten de identificar alguna planta (sea su tallo, hojas, flores, frutos, raíces, etc.), que exhiba una tonalidad azul de manera total o parcial. De seguro ha sido una labor bastante ardua e infructuosa; pero, ¿por qué es tan infrecuente y rara la presencia del color azul en los tejidos vegetales y animales?; y aunque nuestros ojos no nos permitan dudar y estemos seguros de haber visto animales con coloración azul en la naturaleza... ¿estás seguro que este color está realmente ahí?

**La luz... ¿Qué es?**

Para comprender la naturaleza de los colores y su papel en la biología de las especies del planeta, primero debemos conocer qué es la luz, qué son los colores y de dónde provienen. En primer lugar, debemos señalar que la luz es radiación electromagnética producida por el movimiento de diminutas partículas llamadas fotones, los cuales poseen diferente poder energético, y al moverse, crean ondas de disímil longitud que se miden en nanómetros (nm), escala muy pequeña que equivale a dividir un metro en mil millones de partes.

En este punto, y antes de proseguir, debemos entender que la relación entre intensidad energética y longitud de onda es inversa, lo quiere decir que, si una aumenta la otra disminuye. De esta manera, las ondas de mayor intensidad energética y longi-

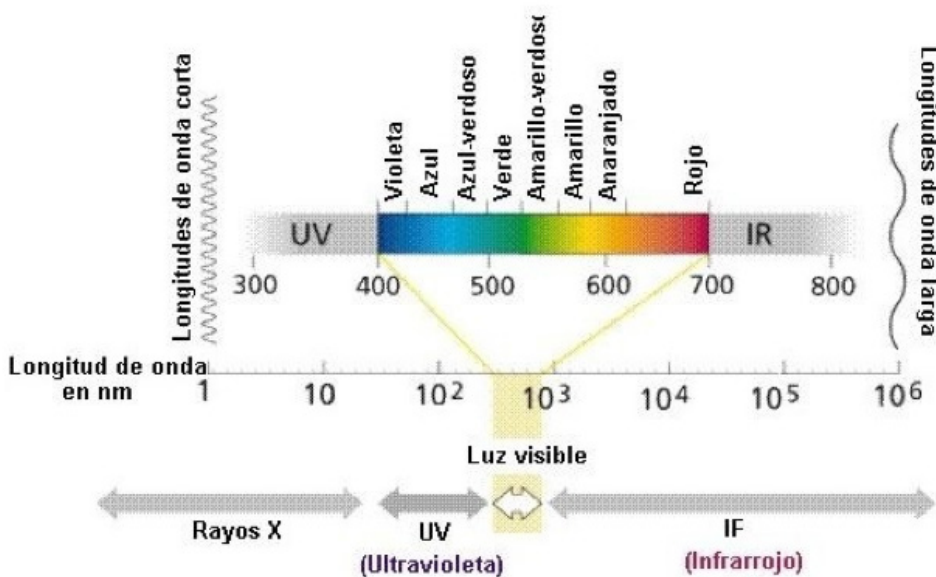
tud de onda más corta son los rayos gamma, seguidos de los rayos X y la luz ultravioleta; estos tres son invisibles a nuestros ojos. En seguida entramos al campo de la luz visible, donde el término "visible" está prácticamente sesgado a nuestra especie, así que aquí se hace referencia al ojo humano promedio y su evolución. Posteriormente encontramos la luz infrarroja que percibimos en forma de calor, las microondas; y por último, están las ondas de radio. Estas últimas poseen la longitud de onda más larga y, por consiguiente, el poder energético más bajo; y también son invisibles para el ser humano.

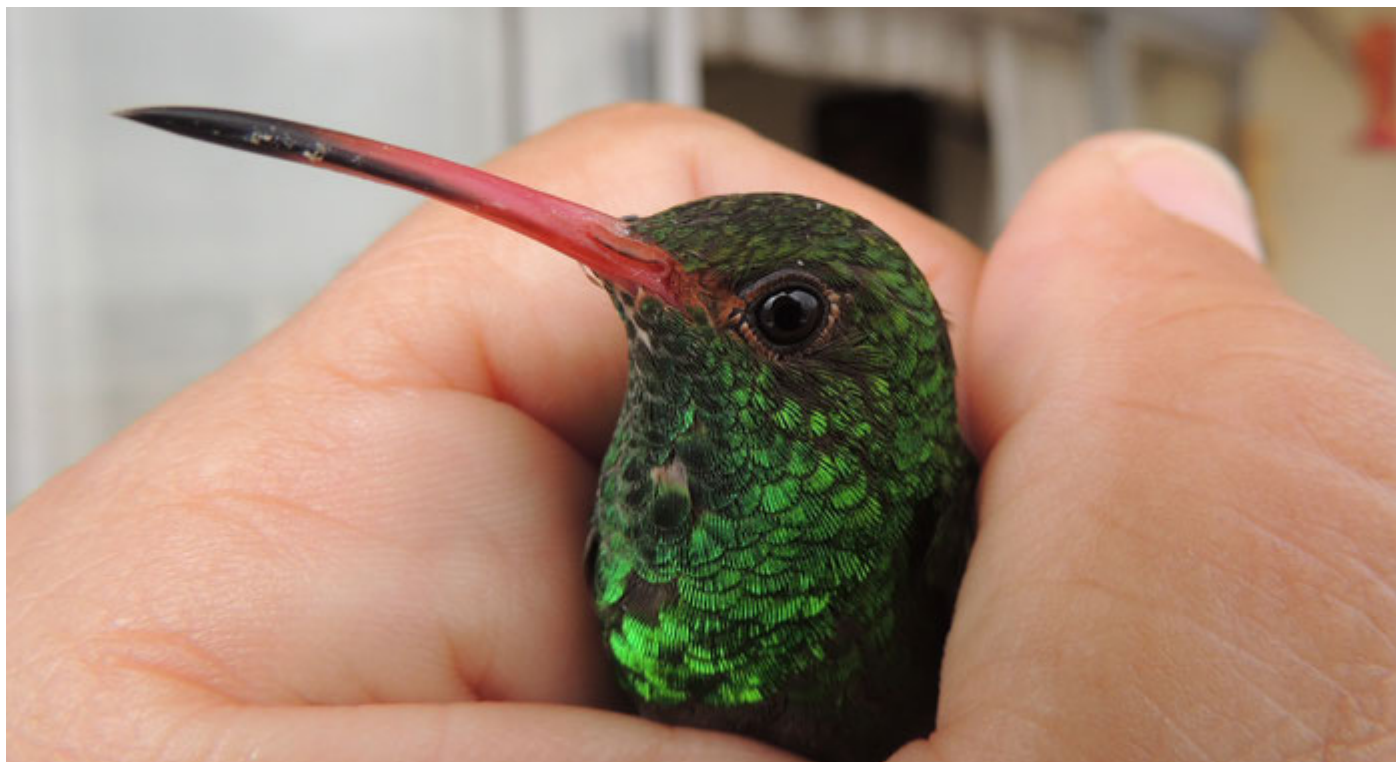
**Y los colores... ¿Qué son?**

Los colores hacen parte de ese espectro de luz visible, el cual engloba a todas aquellas ondas electromagnéticas que oscilan desde los 390 hasta los 700 nm (para la especie humana). Por lo que, de manera más sencilla, podría decirse que aquí se encuentran todos los colores que alguna vez hemos visto, desde el violeta hasta el rojo. Ahora, es importante recalcar que los colores son resultado de las percepciones que tenemos de la luz reflejada sobre cualquier superficie, es decir, de aquellas ondas que ésta recibe, y solo podremos percibir como un "color" las que no absorbe. Esto en un principio puede ser un tanto confuso, pero no menos alucinante enterarse de que nada de lo que vemos es del color que creemos, sino que en realidad es de todos los demás. Es triste, pero teóricamente nunca podremos llegar a ver el color real de algo.

**¿Por qué los animales exhiben los colores que vemos?**

Con estos conceptos aclarados, es momento de conocer por qué los animales exhiben los colores que vemos. Sabemos que los colores cumplen





funciones de relación entre el organismo y el ambiente, como el reconocimiento social, defensas antidepredatorias (camuflaje y mimetización), termorregulación, comunicación, protección contra la luz ultravioleta, microbios y abrasión, entre otros. Sin embargo, lo que no es muy frecuente conocer, es que la coloración en los animales proviene de la alimentación base del individuo (pigmentos), o de estructuras a escala microscópica que engañan a nuestros ojos, dando colores llamativos a tejidos que realmente no tienen ningún pigmento del color que vemos, y esto se conoce como color estructural.

### El azul como color estructural

Los animales que podemos percibir de color azul, poseen una superficie cuya luz reflejada tiene una longitud de onda dominada por los azules y violetas, que en la escala nanométrica abarca desde los 400 a los 550 nm. En la mayoría de los casos, la expresión de colores azules son el resultado de

la interacción física entre las diversas longitudes de onda de la luz y la morfología de estructuras de tamaño microscópico presentes en la superficie. Por lo que a decir verdad, el color azul propiamente dicho (como todos aquellos que conocemos derivados de pigmentos naturales), no está presente. Poder percibir el color adecuadamente, depende más del ángulo de visión que tengamos de la superficie, algo similar a aquellos cuadros en los que podemos ver una imagen diferente si nos posicionamos de frente, o a los lados, o de manera más sencilla, a aquellos "hologramas" que ocasionalmente se venden como cuadros o juguetes infantiles.

De esta manera, los colores reflejados por esas superficies son llamados colores estructurales, y no solamente existen en la gama de los azules, sino también de los amarillos y verdes, y hacen parte importante del fenotipo o apariencia física de los animales. Estos son generalmente colores iridiscentes, y vivimos cotidianamente rodeados de ellos: cuando observamos la superficie de un CD o

DVD, las burbujas de jabón, manchas de aceite en el suelo, rocas preciosas, fósiles, y lo que nos incumbe más estrechamente: insectos, aves y peces.

Puede ser que uno de los animales que recuerden de un color azul iridiscente sean las mariposas morpho, que no son más que polillas que evolucionaron para tener actividad de día. Estas mariposas cuentan con pequeñas escamas, con microestructuras de quitina «una molécula del cual está formado el exoesqueleto de los insectos, además de otros animales e incluso hongos» con forma de árbol de navidad; organizadas de manera uniforme en largas filas, y múltiples capas en la superficie de sus alas. Ellas son las responsables del particular color azul que vemos, pues la luz al pasar a través de estas estructuras, intensifica las longitudes de onda de los tonos azules (éstas no interfieren entre sí), mientras cancela las demás (chocan entre sí, eliminándose antes de salir de la superficie del ala).

De la misma manera, en aves, el color azul se da debido a otras microestructuras, en este caso de forma similar a esferas, dispuestas de una manera un tanto más desorganizadas. Es posible que no se hayan dado cuenta, pero esto permite que el color azul, a diferencia de lo que ocurre con las mariposas, no cambie según el ángulo de visión, sino que sea incluso más uniforme. Por otra parte, en los peces, las estructuras que son responsables de permitir ver sobre ellos colores iridiscuentes, incluyendo algunos tonos de azules, se llaman iridóforos «Células dérmicas, conformadas por varias capas delgadas de estructuras

microscópicas que difractan la luz visible y reflejan colores iridiscuentes».

Generalmente, a estas microestructuras que hemos mencionado como responsables de lo que ahora conocemos como color estructural, se les llama esquemocromos, y a partir de ellos, pueden darse varios tipos de efectos ópticos en el campo de la física, de los cuales no nos percatamos y que se aplican en el mundo que nos rodea. Un claro ejemplo de ello es cuando durante un día radiante, alzamos la mirada para observar el cotidiano cielo azul... tan cotidiano que no nos percatamos que en realidad no es de ese color, y lo que vemos es producto de la conjunción entre la descomposición de la luz blanca del sol y la composición molecular de la atmósfera. En pocas palabras, nos ofrece un efecto óptico similar a lo que tratamos en este texto con el color azul de las plantas y animales, y por lo tanto, constituye un engaño asombroso para nuestros limitados e impresionables ojos.



Cuthill, I. C., Allen, W. L., Arbuckle, K., Caspers, B., Chaplin, G., et. al. (2017). The biology of color. *Science*, 357(6350).  
<https://science.sciencemag.org/content/357/6350/eaano221.long>

Hisour (2018). Color Azul en Ciencia y Naturaleza. Hisour. <https://www.hisour.com/es/blue-color-in-science-and-nature-26620/>

Montes de Oca, M. R. (2015). El Azul en la Naturaleza. *Algarabía*, 127:Junio.  
<https://algarabia.com/ciencia/el-azul-en-la-naturaleza/>

Zahumenszky, C. (2018). Por qué hay tan pocos animales de color azul (y los que hay en realidad tampoco son de ese color). *Gizmodo*. <https://es.gizmodo.com/por-que-hay-tan-pocos-animales-de-color-azul-y-los-que-1822293739>

# ARTÍCULO

## El sexo en los peces

Arely Ramírez García y Martina Medina Nava



**Arely Ramírez García**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[are.ly32@live.com.mx](mailto:are.ly32@live.com.mx)

**Martina Medina-Nava**, profesora investigadora del laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[mnavao424@gmail.com](mailto:mnavao424@gmail.com)

**¿Alguna vez has pensado cómo tienen sexo los peces?**

**E**xiste una gran variedad de peces, de distintas formas, colores y tamaños. En este sentido, su manera de reproducirse también es variada y en algunas especies es... **¡sorprendente!** Para la mayor parte de los seres vivos, la reproducción es una actividad indispensable, ya que la finalidad es dejar descendencia (crías o hijos) en donde los genes de los padres pasen de una generación a otra. Para lograrlo, los peces, tanto marinos como dulceacuícolas, presentan distintas formas de reproducirse, es decir, de tener sexo... y precisamente eso lo resumimos en tres estrategias distintas: Ovíparos, Ovovivíparos y Vivíparos.

## Ovíparos

La primera estrategia la presentan los peces ovíparos, que en su mayoría tienen un sistema de reproducción donde la fecundación (unión de gametos femenino y masculino) es externa, es decir, pasa la hembra y deposita sus huevos en algún lugar (piedras, plantas, arena, etc.) y después pasa el macho y deja su esperma. A esto se le conoce como **fecundación externa**, por lo que literalmente este tipo de peces no se tocan, no hay penetración o contacto, razón por la cual nos preguntamos: ¿Cómo es que se logran fecundar? ¿Habrá otras formas de comunicación a distancia, como cuando te guiñen un ojo o te lanzan un silbido? En algunas especies, hay estimulación o cortejo para que la hembra ponga sus huevos, algo así como pasearse y exhibir una danza exótica y unos movimientos sexys.

Peces como los pescados blancos, charales, tilapias, mojarra, sardinas, etc., presentan este tipo de reproducción. Estos peces que desovan (ovíparos), dejan a sus crías a la deriva, la mayoría de ellos los dejan a su suerte dentro del agua, sin un cuidado parental de huevos ni alevines, pero no todos los peces los dejan al azar del destino, algunos tienen tácticas para lograr proteger a sus bebés en las diversas formas donde los colocan. Por ejemplo, buscan materiales o lugares donde “esconder” o protegerlos, como plantas, rocas o sobre fondos de arena gruesos o finos.

Por otro lado, existen las “guarderías”, lugares adecuados que los peces eligen para poner las crías y donde serán cuidados por uno de los padres o por ambos, también suelen ser rocas y plantas, creando un tipo de nido dentro del lugar. En éstos, algunos peces presentan “pegamento” en los huevos, un tipo de adherente que sirve para que éstos estén fijos en los lugares seleccionados y puedan mantenerse ahí hasta que logren nacer los peces.

También hay peces protectores de sus bebés, que tienen cuidado parental, donde los padres protegen a sus crías mediante una “incubadora”. Un ejemplo es el de las tilapias que guardan sus huevos dentro de su boca (incubadora bucal), para que logren eclosionar, salir al medio acuático ya desarrollados como pececillos que pueda nadar y escapar de pequeños depredadores, y que además, pueda alimentarse por sí solo.

## Ovovivíparos

La segunda estrategia la presentan los peces ovovivíparos, en los que el asunto del sexo se pone más interesante. Las hembras mantienen los huevos dentro del cuerpo (en el ovario), en los que una vez fecundados, se desarrollan los bebés, pero no son alimentados por su mamá, ya que cada pequeño huevo contiene una sustancia que sirve como el alimento (nutrientes, proteínas y minerales) nece-





sario para que sobrevivan dentro de la madre hasta nacer. Esta sustancia es llamada vitelo.

Algunos tiburones —ya que éstos pueden presentar los tres tipos de estrategias—, y los pequeños peces de acuarios llamados Mollys o pez espada, tienen esta reproducción, y es fácil distinguir a simple vista si son machos o hembras, ya que presentan adaptaciones de las aletas como la anal, modificación externa muy notable, los radios y espinas se modifican a un órgano intromitente, similar al pene de los mamíferos.

Por ejemplo, en los peces conocidos como Mollys (familia *Poeciliidae*), las hembras suelen ser más grandes que los machos y estos últimos tienen la aleta anal alargada a diferentes tamaños y ornamentaciones, y dependiendo de la especie, esta aleta llamada “gonopodio”, es la que utilizan para retener a la hembra, copular y así fecundarla. Generalmente, los machos tienden a ser más guapos o atractivos —cosa que no pasa en los humanos, ya que las mujeres son las más atractivas—, pues llegan a presentar coloraciones variadas en sus aletas (rojo pasión o naranja). Los tiburones también presentan diferencias sexuales externas, por ejemplo, los machos presentan modificaciones en las aletas pélvicas llamadas “gonopterigios” o “claspers” (en

inglés), que les sirven para la transferencia del espermatozoides a la hembra. Los tiburones hembras suelen ser felices, pues los tiburones machos tienen dos órganos de éstos.

### Vivíparos

Por último, la tercera estrategia es la que presentan los peces vivíparos, en este caso, los machos también tienen la aleta anal modificada llamada “andropodio”, la cual permite el paso de los espermatozoides hacia el ducto urogenital de la hembra, pero sin haber penetración. Una vez que sucede el cortejo y el apareamiento, la hembra queda grávida (embarazada) y los pequeños bebés (embriones) se alimentan del vitelo que les ofrece el huevo en el que crecen. Sin embargo, lo interesante es que estos pequeños peces además de alimentarse del vitelo, también tienen un cordón umbilical llamada trofotenia —ésta es la principal diferencia con los ovovivíparos—, el cual tiene la misma función que el de los mamíferos, un invento de los peces que le ganó por millones de años a los mamíferos.

Aquí se encuentran los llamados tijos y chehuas, que pertenecen a la familia Goodeidae, son peces originarios y exclusivos de algunos cuerpos



de agua del centro de México, pequeños peces de aproximadamente 60 a 200 milímetros de largo, quienes presentan esta estrategia, llegando a mantener a sus crías dentro de sus ovarios. El número de embriones por cada hembra varía de acuerdo a la especie; se han llegado a reportar un mínimo de ocho embriones, pero se ha reportado que la hembra del pez conocido como Tiro (*Goodea atripinnis*), con un tamaño de 149 mm, puede llegar a contener hasta 167 embriones a punto de nacer. Nos consta, que en la Laguna de Zacapu, un Tiro que atrapamos contenía **¡235 embriones dentro del ovario!**

Estos tres tipos de estrategias reproductivas de los peces son lo que los ha llevado a tener ese gran éxito, permitiéndoles mantenerse vivos desde el periodo Devónico (hace 416 millones de años).

Hay diferencias en el sexo entre los diferentes peces; no obstante, todas las estrategias están enfocadas hacia al mismo camino: dejar una mayor descendencia de crías, unos queriendo dejar muchos huevos, pero cuidándolos poco, por lo que apuestan a muchos huevos y baja supervivencia, quedando una pequeña porción de esos miles de huevos. Otros optan teniendo menos, pero cuidándolos dentro de ellos para que todos sobrevivan y salgan listos para luchar contra los peligros de la vida. Y otros, cuidándolos dentro de ellos y teniendo pocos hijos para poder proporcionar el doble de alimento para que nazcan más fuertes y grandes.

Las tres estrategias —de tener sexo— presentan ventajas y desventajas; sin embargo, la gran diversidad de peces, les ha permitido buscar la manera que más le convenga para que su especie no llegue a desaparecer.



Domínguez-Domínguez, O. y Pérez Ponce de León, G. (2007). Los Goodeidos, peces endémicos del Centro de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 75:12-15. <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv75art3.pdf>

Espinoza-Pérez, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85:

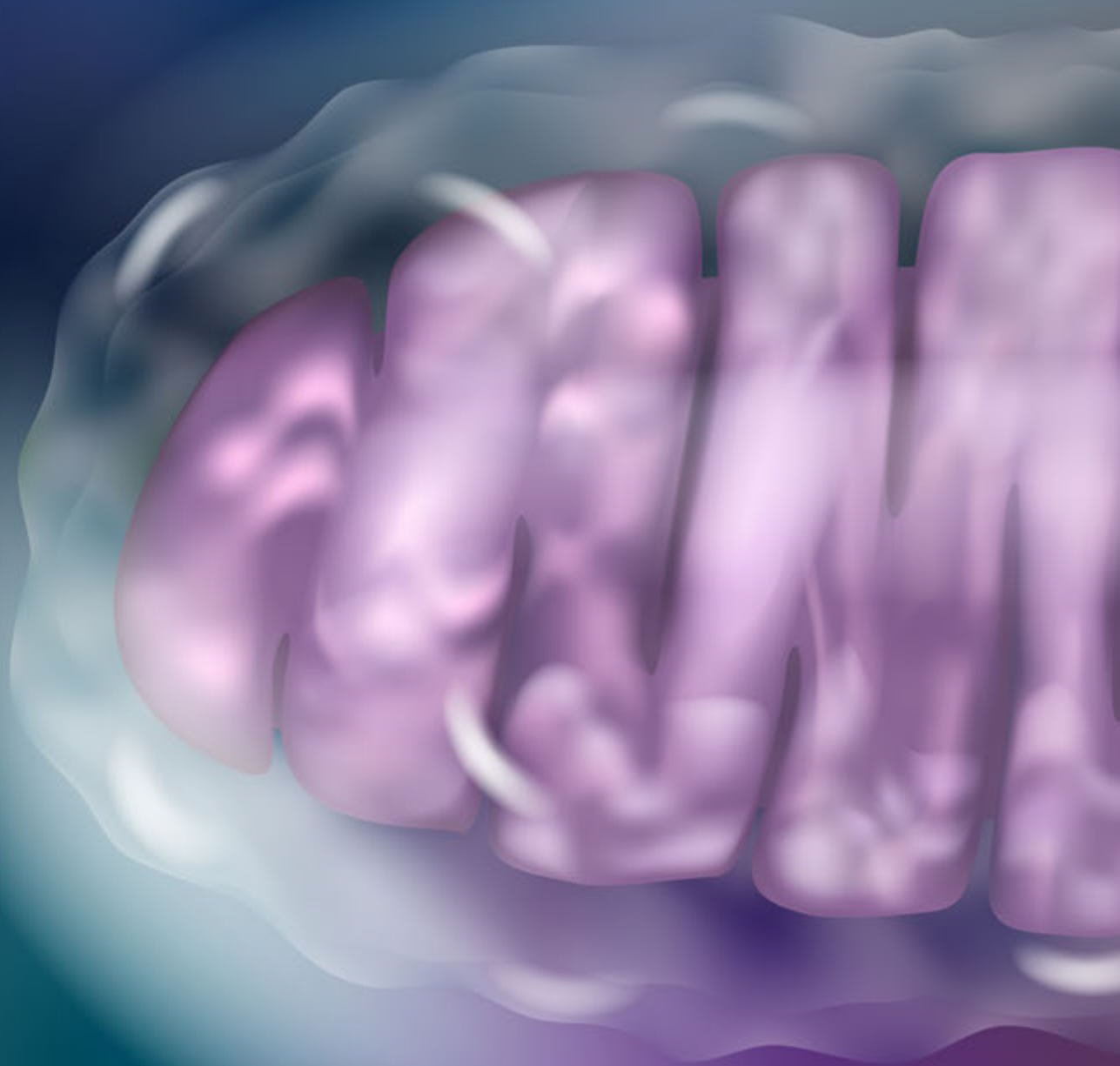
S450-S459. [http://www.ib.unam.mx/m/revista/pdfs/53.-\\_1203.pdf](http://www.ib.unam.mx/m/revista/pdfs/53.-_1203.pdf)

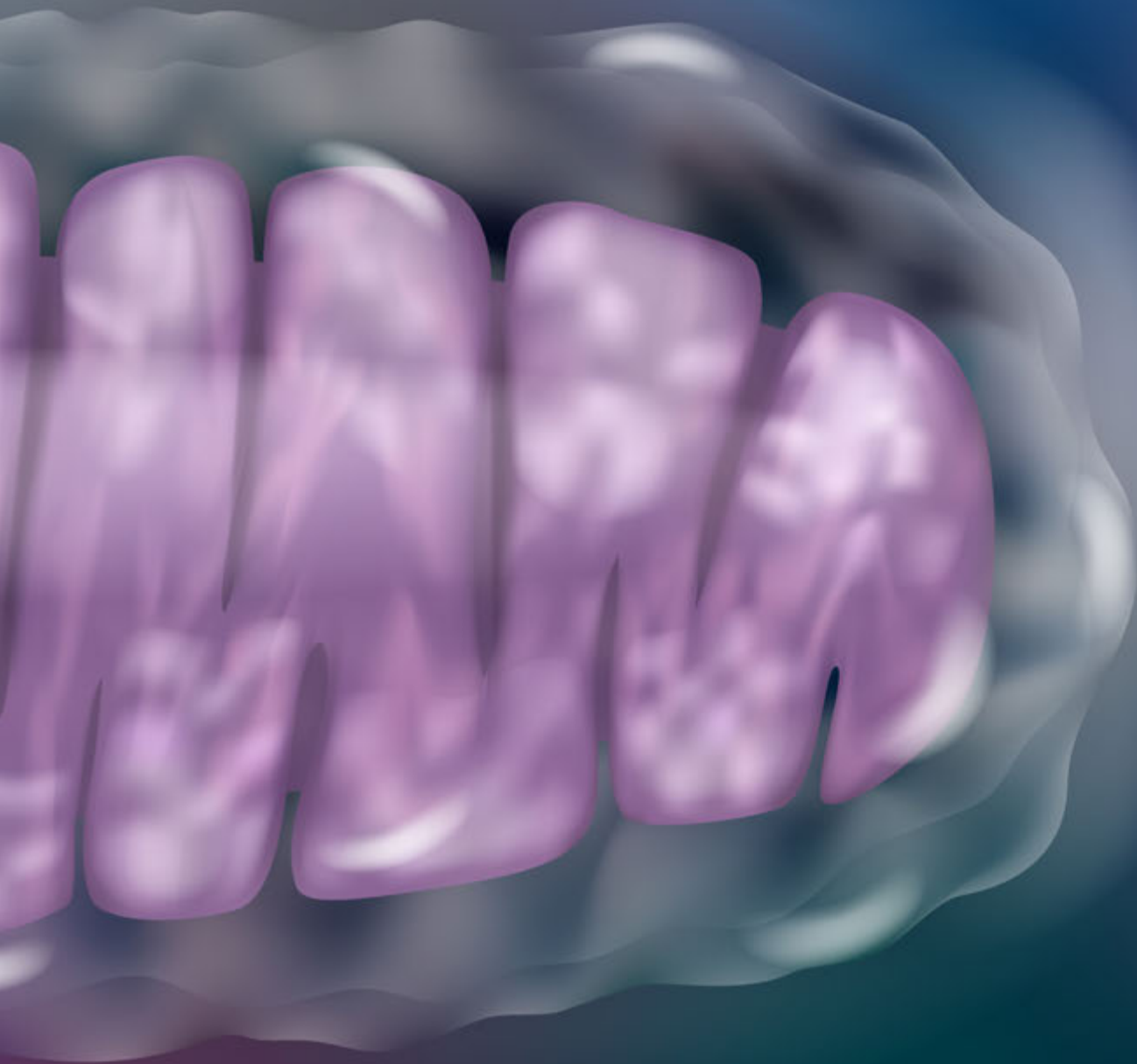
Biodiversidad Mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran\\_familia/animales/peces/peces.html](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/peces/peces.html)

## ARTÍCULO DE PORTADA

# La mitocondria ¿una empresa sustentable?

Luis A. Sánchez Briones y Jesús Campos García





La mitocondria es el principal orgánulo celular productor de energía de los eucariontes. La molécula de adenosina trifosfato, más conocida como ATP, es la "moneda de cambio" de la célula; sin embargo, el conseguirla requiere de un trabajo coordinado, exhaustivo y muy complejo.

La mitocondria es como una "empresa" que ofrece diversos servicios a la célula, para ello es requerida una gran diversidad de departamentos bien organizados: seguridad (sistemas antioxidantes), capacitación (ribosomas y chaperonas moleculares), exportación e importación (canales de membrana), inversionistas (moléculas donadoras de electrones), obreros (proteínas de la cadena de transporte de electrones), maquinaria (ATP sintasa), maquiladoras (síntesis de cofactores), etc. Todos estos "departamentos" trabajan en conjunto para lograr hacer de la mitocondria una empresa sustentable.

### Los procesos protagonistas

La mitocondria es un orgánulo con dos membranas (externa e interna) que rodean una matriz. Tiene como característica dos procesos protagonistas principales que son: la síntesis de herramientas en la matriz y la cadena transportadora de electrones de la membrana interna, esta última, la conce-

biremos como los obreros, pues representan a «las proteínas que generarán la fuerza de trabajo que requieren las turbinas de la fábrica generadora de las moléculas de energía, el codiciado ATP».

Parte del gran éxito empresarial radica en que la mitocondria misma es, por una parte, productora de algunas de sus herramientas de trabajo, y por otro lado, coordina el trabajo entre sus obreros. En este sentido, empezaremos describiendo cómo se producen las herramientas que son usadas por éstos para producir el "oro químico" (ATP), en esta empresa celular llamada mitocondria.

### Síntesis de herramientas de trabajo

Los cofactores son moléculas de baja masa molecular que se unen a sitios específicos de proteínas (obreros), y para que éstas realicen su función, existen cofactores de naturaleza orgánica e inorgánica. La síntesis de cofactores son procesos muy conservados y complejos entre los organismos. Los principales cofactores o herramientas de la cadena de transporte de electrones son iones de cobre, flavinas, grupos hemo y centros Hierro-Azufre [Fe-S].

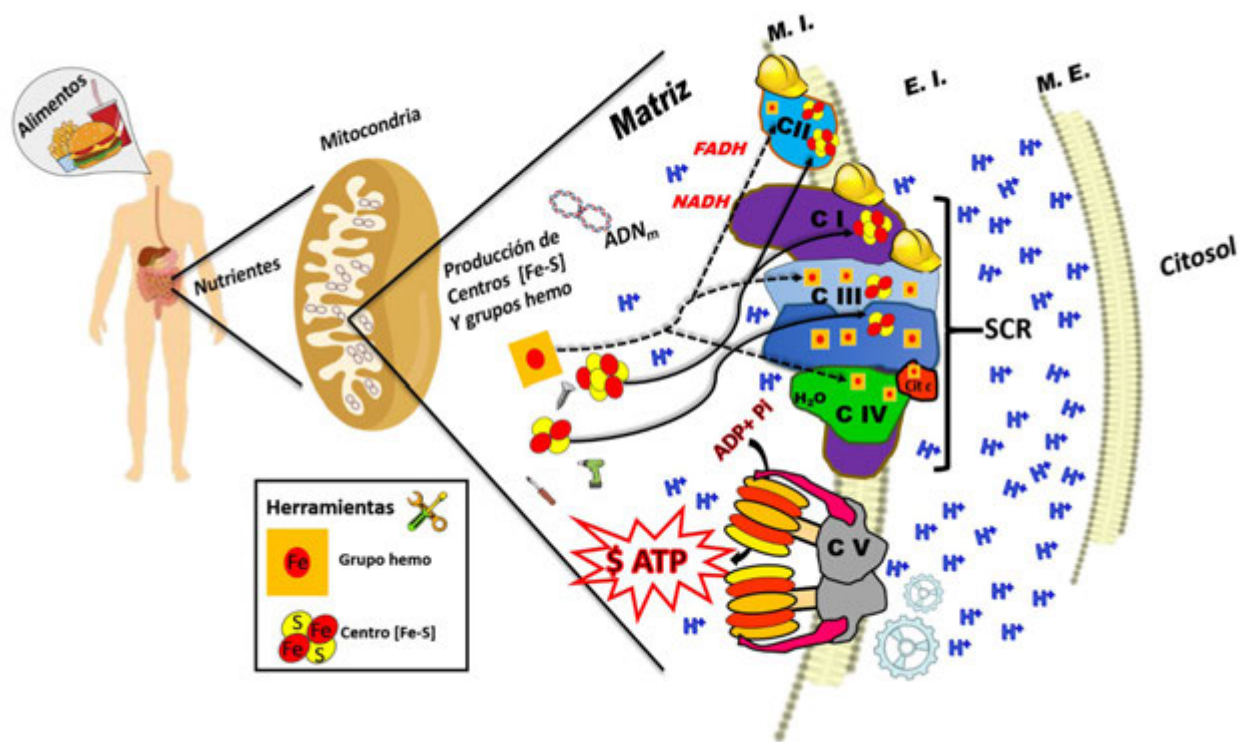
Todo obrero requiere de herramientas para realizar su trabajo, y como se mencionó anteriormente, algunas son sintetizadas en la misma mitocondria. La construcción de centros [Fe-S], la lleva

### La empresa que sostiene la vida de la célula



En esta imagen se resaltan las mitocondrias como industrias que producen energía para las demandas energéticas de la célula.

## La fábrica de ATP



Los alimentos son ingeridos y degradados por el sistema digestivo, los nutrientes son metabolizados hasta obtener ATP principalmente por la fosforilación oxidativa mitocondrial. La imagen representa la organización de la mitocondria, M.I. membrana interna; E.I. espacio intermembranas; M.E. membrana externa; SCR supercomplejos respiratorios, Complejo I, Complejo II, Complejo III y Complejo IV. Se muestran los donadores de electrones NADH y FADH; los cofactores [Fe-S] y grupos hemo, herramientas que utilizan los obreros (SCR) para generar un gradiente electroquímico que se aprovechará en la producción de ATP por la ATP-sintasa (CV).

a cabo principalmente una compleja maquinaria biosintética mitocondrial, nombrada ISC por sus siglas en inglés (*Iron Sulfur Cluster*). Las levaduras son el mejor modelo biológico para el estudio de esta vía; se han descrito alrededor de 18 proteínas que trabajan dentro de la mitocondria encargadas de sintetizar los centros [Fe-S] de diferentes configuraciones: centros [2Fe-2S], es decir, dos átomos de hierro unidos a dos átomos de azufre formando un rombo; centros [4Fe-4S], aquellos de cuatro átomos de hierro y cuatro átomos de azufre formando una estructura cúbica, y algunos otros más complejos. El proceso de síntesis comprende dos pasos principales: el ensamblaje del cofactor en proteínas transitorias, y la transferencia de éstos hasta los sitios donde serán usados por otras proteínas.

Otro grupo de herramientas que se sintetizan en la mitocondria son los grupos hemo, a diferencia de los centros [Fe-S], descritos anteriormente, estos cofactores requieren de mano de obra interna y externa, es decir, los precursores de los grupos hemo son enviados al "país vecino" (el citosol) para ser procesados químicamente, los cuales nuevamente se transportarán hacia la mitocondria para completar la síntesis y emplearse como nuevas herramientas.

### Exportación, importación y selección de personal

Esta empresa cuenta con tratados de comercio de importación y exportación mediante varios sistemas aduanales que comunican al citosol con la matriz mitocondrial. La mayoría de transportadores mitocondriales no se han identificado, aunque es lógico que se requieren de transportadores de aminoácidos para la construcción de proteínas mitocondriales, transportadores de hierro para la síntesis de cofactores, transportadores de nucleótidos para la síntesis de ácidos nucleicos, y muy importante mencionar, los transportadores de proteínas provenientes del núcleo.

Estos transportadores los podemos encontrar principalmente en la membrana interna mitocondrial, la cual hace las veces de "puentes fronterizos", ya que, no permite el paso de la mayoría de las moléculas. Estos sistemas hacen de la mitocondria una empresa altamente selectiva de materiales de calidad para la producción, así como de personal calificado y especializado.

### Producción de ATP

La transformación de los alimentos que consumimos en ATP, se lleva a cabo principalmente por la fosforilación oxidativa ocurrida en la mitocon-

dria. Durante la respiración celular, los electrones son "recolectados" de la degradación de azúcares, proteínas y lípidos por ciertas coenzimas que sirven como camiones de carga (NAD y FAD); después, los electrones son entregados a los obreros de la membrana interna mitocondrial para que realicen su trabajo. Los obreros destinados a la producción de energía contratados por la mitocondria, forman cinco equipos denominados complejos respiratorios: complejo I, II, III, IV, y un complejo V (CV). Capacitados con sus respectivas herramientas, estos equipos forman asociaciones nombradas "supercomplejos mitocondriales", lo que hace más eficiente el trabajo en grupo. Cada complejo tiene funciones y formas de trabajo diferentes; sin embargo, actúan ordenadamente para llevar a cabo sus propósitos: la transferencia de electrones y la translocación de protones de la matriz mitocondrial al espacio intermembranal.

El flujo de electrones va de un bajo potencial de reducción a un mayor potencial, y se logra gracias a los diferentes potenciales de reducción de los cofactores que utilizan los complejos respiratorios. La energía empleada en la transferencia de electrones, genera fuerza de trabajo para transferir protones al espacio entre membranas mitocondriales, lo que dará lugar a la formación de un gradiente eléc-

trico que será aprovechado por el complejo V para sintetizar el ATP.

El complejo V o ATP-sintasa, es el último eslabón industrial de producción de ATP, este complejo cuenta con dos módulos operacionales: el módulo  $F_0$ , el cual se ancla a la membrana y sirve como turbina, y cuyo combustible es la energía almacenada en el gradiente electroquímico de protones; el segundo módulo es el  $F_1$ , que se orienta a la matriz mitocondrial. Estos módulos están conectados por un brazo lateral inmóvil, además de un rotor central que gira conforme pasan los protones en la turbina; este trabajo impulsa cambios conformacionales dentro del módulo  $F_1$  para la síntesis de ATP a partir de la materia prima (ADP y fosfato). Se estima que se producen aproximadamente 100 moléculas de ATP por segundo por cada ATP-sintasa. Esta organización es responsable de proveer el ATP para la "manutención" celular.

### Cuando la mitocondria falla

Diversas anomalías pueden causar una disfunción en la producción de ATP mitocondrial: fallas en la síntesis de cofactores, daño a proteínas de la CTE y daño a la ATP-sintasa son las principales causas. No obstante, más de 150 síndromes han sido asociados a fallas en la mitocondria. Los

### Banca rota mitocondrial



*La imagen representa el fallo de la mitocondria, al romperse las membranas mitocondriales se disipa el gradiente electroquímico, los obreros son despedidos por lo que la producción se viene abajo provocando la muerte celular.*

casos clínicos incluyen encefalopatías, miopatías, cardiomiopatías, diabetes y enfermedades renales; muchos de los casos se relacionan con el daño al ADN mitocondrial, debido a la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno (ERO) por la CTE. La mitocondria soporta cierto umbral de ERO; sin embargo, cuando los sistemas antioxidantes son rebasados, las moléculas de ADN mitocondrial son las de mayor susceptibilidad a los radicales libres, provocando una alta tasa de mutaciones que en consecuencia afectan la síntesis de las proteínas que se requieren dentro de la mitocondria.

Un desequilibrio por la pérdida o malformación de cofactores como los grupos hemo y los centros [Fe-S] de sus respectivas proteínas, causa una sobre carga de hierro mitocondrial, lo que desencadena una excesiva producción de radicales libres mediante "círculos viciosos" entre iones metálicos

y ERO. El daño puede ser tan grande que la mitocondria puede declararse en quiebra y venirse abajo, desencadenando la muerte celular.

El éxito empresarial de la mitocondria, radica en un conjunto de asociaciones entre diversos sectores; además de que por sí sola no podría mantener su estatus productivo, también requiere de una gran coordinación con el núcleo y citosol. En los últimos años se han descubierto diversas enfermedades a causa de anomalías mitocondriales. El Diagnóstico temprano y nuevos blancos moleculares para tratamientos específicos, son los objetivos de la investigación de los procesos que ocurren en la mitocondria. Día con día se desarrollan nuevas técnicas moleculares que ayudan a comprender esta compañía, las proyecciones a futuro son el buen funcionamiento de la empresa donde los recursos sean aprovechados en su máxima capacidad sin generar pérdidas que lleven al colapso mitocondrial.



**M.C. Luis Alberto Sánchez Briones**, es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en la Opción Biología Experimental, adscrito al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de

la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, donde actualmente realiza su tesis en el laboratorio de Biotecnología Microbiana acerca del funcionamiento de la mitocondria en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Es de su interés contribuir a la generación y difusión del conocimiento, a la vez que considera que es importante dar a conocer a la sociedad el trabajo que se realiza en los centros de investigación científica.

[biol.luis.22@gmail.com](mailto:biol.luis.22@gmail.com)



**D.B. Jesús Campos García**, Profesor-Investigador Titular del Laboratorio de Biotecnología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de

Hidalgo (IIQB-UMSNH). Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias A.C. (AMC) y del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II). Premio Nacional de Investigación en Ciencias Naturales-2008 por la AMC, Premio Estatal de Investigación Científica y Humanística 2009 (Gob. Edo. Michoacán), Inventor de la primera Patente de la UMSNH (2009), actualmente posee 4 títulos de patentes. Su trabajo de investigación versa sobre los mecanismos de interacción de *Pseudomonas aeruginosa* en el ambiente: mecanismos de degradación, biocombustibles, interacción huésped-patógeno y metabolitos con potencial biotecnológico.

[jcgarcia@umich.mx](mailto:jcgarcia@umich.mx)



Villavicencio-Queijeiro, A. (2012). La mitocondria como fábrica de cofactores: biosíntesis de grupo hemo, centros Fe-S y nucleótidos de flavina (FMN/FAD). *TIP-Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 15(2):116-132. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-888X2012000200005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-888X2012000200005&lng=pt&nrm=iso)

Tuena de Gómez-Puyou, M. y García-Trejo, J.J. (2015). La bioenergética, las mitocondrias y la fosforilación oxidativa. *Revista*

*digital universitaria UNAM*, 16(1):1-15. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num1/arto5/>

Boticario-Boticario, C. y Cascales-Angosto, M. (2012). *Digestión y metabolismo energético de los nutrientes*. UNED. Centro de Plasencia. 383 p. <https://www2.uned.es/ca-plasencia/DocumentosPDF/libros/Digestion.pdf>

## La salud mental y el bienestar

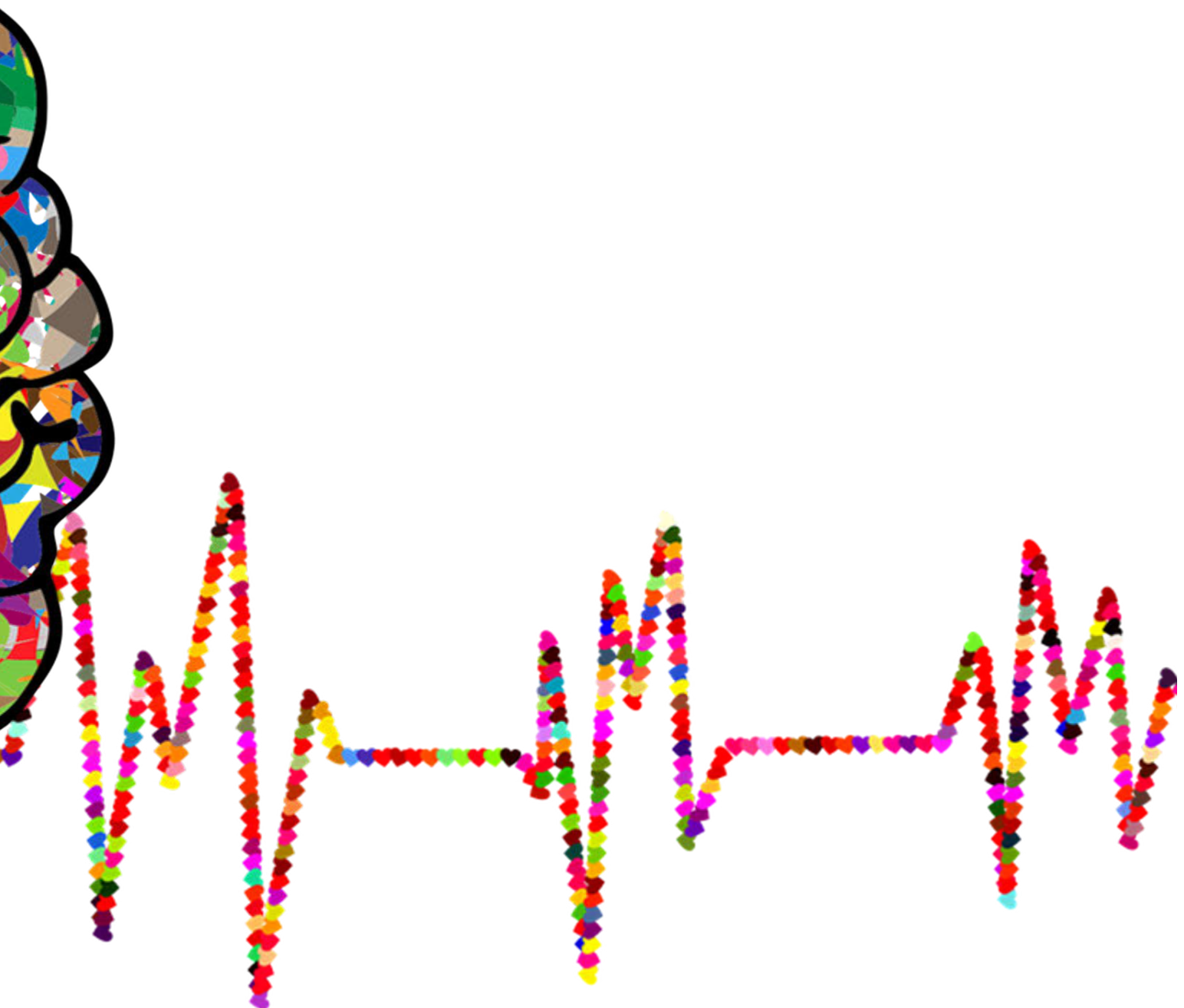




La salud mental y el bienestar son esenciales para hacer frente al desarrollo normal de nuestra vida, de alguna forma son condicionantes para controlar eficazmente el estrés o preocupación que aparece en cualquier momento. Nos ayuda para tener la capacidad de pensar, de manifestar nuestros sentimientos, de interactuar con los demás, de lograr nuestras metas y ser productivos. La depresión es un ejemplo de comportamiento humano considerada como un problema grave de salud pública. Es muy importante considerar que la salud mental debe de protegerse o mantenerse ya que de esto depende el buen funcionamiento de la sociedad.

En los siguientes artículos te presentamos, primero, como la luna puede afectar nuestro com-

portamiento ¿podrá tener un efecto sobre nuestra salud mental?, al parecer sí, en cierta fase podría ser la causante de nuestra felicidad o de nuestra depresión, al leer "Lunáticos, selenofóbicos y fotofílicos" podrás contestar esa pregunta. Como antes ya se mencionó, la depresión es un problema de salud mental, del que ahora se habla y se estudia mucho, es por ello que, en los otros tres artículos, los autores nos definen esta alteración del comportamiento humano, sus causas, sintomatologías, y lo más importante, como tratar esta enfermedad mental. La información se enfoca en los problemas mentales que aparecen en estudiantes de nivel superior (universitarios), en estudiantes de posgrado, pero en específico en los que estudian para obtener el grado de doctor en ciencias, y sobre la depresión que se origina por el maltrato infantil.



# ARTÍCULO

## Lunáticos, selenofóbicos y fotofílicos

Guillermo N. Murray Tortarolo y Romeo A. Saldaña Vázquez



**Guillermo N. Murray Tortarolo**, Investigador Asociado "C" en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, IIES. Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia.  
[gmurray@iies.unam.mx](mailto:gmurray@iies.unam.mx)

**Romeo A. Saldaña Vázquez**, Profesor-Investigador (CONACyT) en el Laboratorio de Artropodología y Salud, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).  
[romeo.saldana@gmail.com](mailto:romeo.saldana@gmail.com)

### Los efectos del ciclo lunar en el comportamiento humano y animal

Nuestra historia comienza de noche, en los tiempos de la Europa medieval, en una pequeña casa a las afueras de un poblado que se ha quedado sin leña para el fuego y ya no tiene luz. Dentro de la casa hay dos pequeños niños y sus padres tratando de ver en la oscuridad. Por suerte, es noche de luna llena y la luz entra por todas las ventanas con la intensidad de mil luciérnagas. Todo va de maravilla gracias al astro luminoso, hasta que en la lejanía se escucha el aullido de un lobo... o tal vez algo más.

### ¿Podría ser un hombre lobo?

Rápidamente la felicidad del plenilunio se convierte en miedo y deseo de que vuelva la oscuridad total y su manta protectora.

Este breve relato nos ayuda a vislumbrar la importante relación que el satélite de nuestro planeta, la Luna, tiene sobre nuestra vida. Si bien, la luz artificial ha sustituido su majestuosa luminosidad, los ciclos lunares aún ejercen un importante impacto sobre distintos aspectos del comportamiento humano y animal: desde cambios en patrones delictivos, hospitalarios y en el número de accidentes automovilísticos; hasta cambios en los patrones de alimentación, reproducción y urinarios de las especies. En este artículo, hablaremos un poco de todos ellos y de cómo la Luna vuelve a algunos locos, a otros felices y a unos más tímidos. Comenzaremos entonces hablando de los extraños cambios en el comportamiento de nosotros los humanos, para luego pasar a los aún más raros cambios en el reino animal.

### La luna dentro del hospital: nacimientos, desagrados y accidentados

Los primeros estudios e indicios de cambios en el comportamiento humano debido a la luna se dieron en los hospitales. Posiblemente la relación más directa del ciclo lunar de 28 días con el comportamiento humano, sean los ciclos menstruales. Como resultado de esta curiosa relación (el primero en darse cuenta y proponer una teoría del porqué sucede, fue Charles Darwin), distintos médicos propusieron que debía haber una correlación similar con las tasas de nacimiento. Los primeros estudios al respecto se dieron entre 1960-1990. Uno de ellos fue el publicado por el Dr. Sung Ping Law en 1986, el cual contó con la participación de 850 voluntarias, y donde mostró como resultado un aumento de 28 % en el inicio del ciclo menstrual durante la luna llena.

Pese a esta increíble cifra, todos los estudios posteriores sobre natalidad (cerca de 150), jamás encontraron una relación entre nacimientos vaginales y ciclos lunares; al parecer, los bebés nacen cuando se les da la gana. Sorprendidos por esta relación, la Dra. Marija Vljajic de la Universidad de Potsdam en Alemania, decidió volver a recopilar datos sobre ciclo menstrual y lunar. En 2016 y con 7.5 millones de datos obtenidos a través de aplicaciones de celular, mostró que nunca existió tal relación, al parecer, el inicio del ciclo menstrual poblacional también ocurre cuando se le da la gana. Hasta aquí malas noticias para lo obvio, la luna no tiene ningún efecto sobre la biología cíclica reproductiva.

Pero cuando quitamos lo obvio, lo que queda —por más extraño que sea— debe ser la

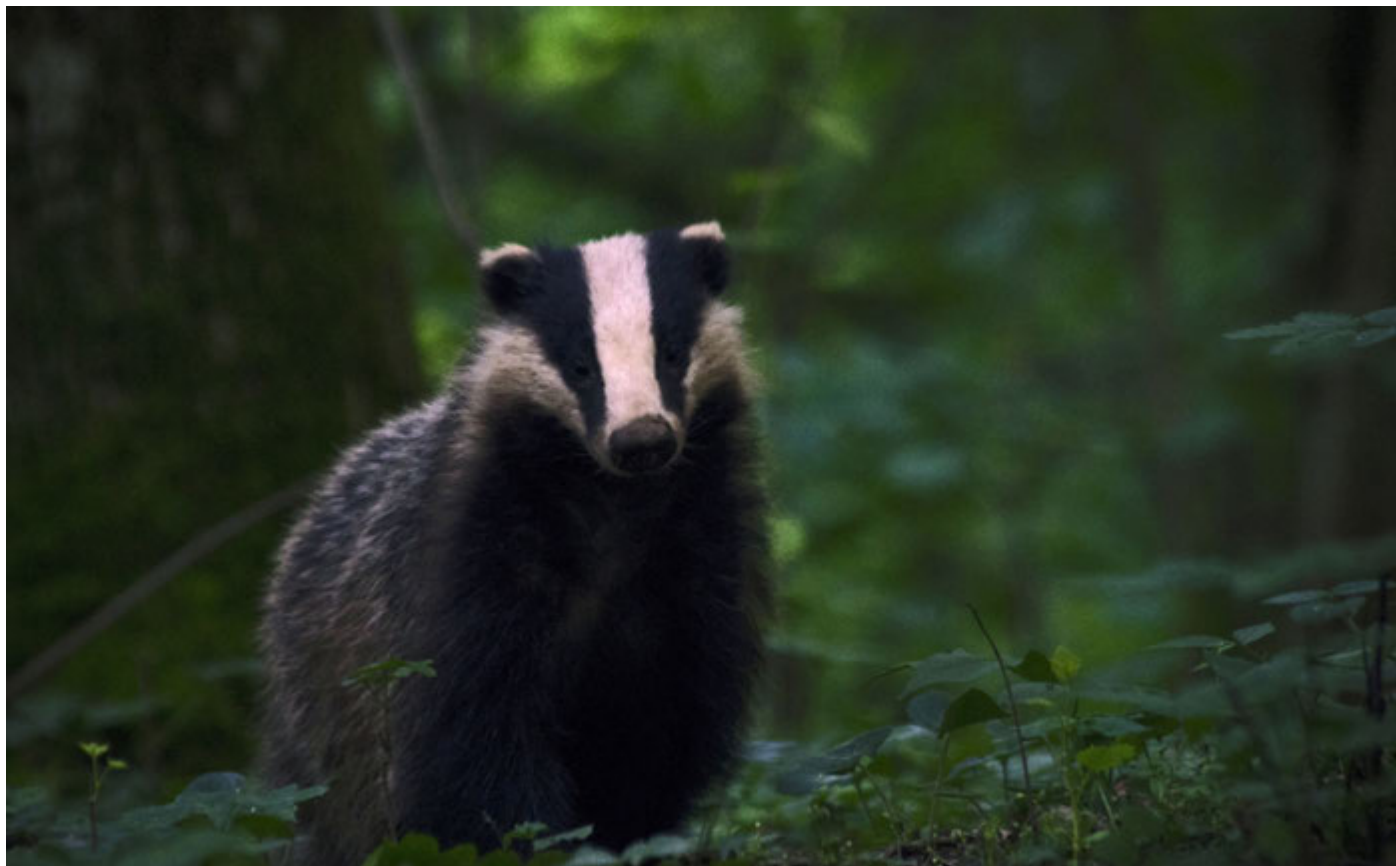
verdad, y así también la parte más sanguinolenta del impacto de la luna.

Dos efectos clínicos han sido probados y demostrados: un aumento en el número de casos con sangrado gastrointestinal y un incremento en la admisión de personas que sufrieron accidentes en motocicleta. En el primer caso no se pudo encontrar una causa clara —¿Será que comemos peor en la luna llena? ¿O que pasamos más corajes?—, pero en el segundo sí. Al parecer, la luna llena tiende a distraer más a los conductores de motocicleta, quienes se accidentan hasta 5.5 % más durante el plenilunio. Si tú eres dueño de uno de estos vehículos, acuérdate de tener doble precaución durante estas fechas.

### Noches en vela, riñas callejeras y el “efecto Transilvania”

Pero fuera de los hospitales las cosas son aún más raras. Se ha establecido que la luna tiene un efecto negativo en el comportamiento de las personas, volviéndolas más agresivas y propensas a la violencia, en lo que los científicos han denominado —muy atinadamente— “Efecto Transilvania”. Por ejemplo, en distintas urbes de Inglaterra, la policía ha tomado como política desplegar elementos adicionales en noches de luna llena; esto, luego de que un estudio demostrara una clara correlación entre el ciclo lunar y la tasa de crímenes violentos. Así también, se han explicado patrones de violencia y crimen en lugares tan lejanos como Australia y Estados Unidos.





### **Pero... ¿Por qué la luna nos pone más violentos?**

El término lunático es una buena definición de este suceso, ya que de alguna manera la luna nos pone un poco locos. Existen dos posibles explicaciones al respecto. La primera es que las luces brillantes alteran nuestro cerebro. En distintos estudios, la luna llena se ha relacionado con brotes esquizofrénicos y epilépticos, ya que es posible que al tener más luz, a nuestro cerebro le cueste descansar, frenar y calmarse, poniéndonos histéricos. La segunda explicación, es que en los días de plenilunio dormimos peor. La luz adicional, los aullidos de los lobos, las motos que chocan... vayan ustedes a saber por qué, pero lo cierto es que la luna llena nos quita el sueño (increíblemente aun cuando no la vemos). En un estudio realizado por el Dr. Jean-Philippe Chaput, de la Universidad de Ontario del Este, se estudiaron los patrones de sueño de 5 800 niños, demostrándose una clara disminución en las horas de sueño en los días de luna llena. Cuando el satélite está en su máximo esplendor, los sujetos de estudio dormían en promedio cinco minutos menos. Bueno, no es muy impresionante, pero lo que sí, es que el 1 % de todos los niños estudiados dormían hasta dos horas menos por noche. Posiblemente lo mismo pasa con los adultos, a cierto grupo, la luna llena les impide dormir lo que lleva a mayor cansancio, locura y violencia... los verdaderos lunáticos.

### **Selenofobia en el reino animal**

Pero si los efectos de la luna llena son extraños en los humanos, lo son aún más raros en nues-

tros "roomates" planetarios, los animales. Empecemos entonces con el caso más curioso de todos: la pena por ir al baño.

Investigadores del Reino Unido han encontrado que varias especies de animales, en especial los tejones europeos (*Meles meles*), prefieren aguantarse las ganas de hacer pipí durante la luna llena. Así como se escucha, la luz del plenilunio, incrementa su "pena" y disminuye significativamente dicha acción. Según explican, David Dixon y colaboradores del Centro Nacional de Oceanografía del Reino Unido, los tejones orinan para marcar su territorio y su disponibilidad para reproducirse; no obstante, el aparearse durante la luna llena los hace más propensos a ser vistos por depredadores. Para evitar mandar esta señal amorosa, prefieren entonces no ir al baño. Así, ser lunáticos los protege y les evita ser devorados, aunque tengan que esperar todo un día para ir al baño.

Pero los tejones no son los únicos cuya reproducción está mediada por la luna, lo mismo sucede con los arrecifes de coral de todo el mundo. Estudios en lugares tan lejanos como Australia, Japón, Hawaii y el Caribe, muestran que el pico en la reproducción de corales ocurre en la luna llena y la marea alta; cuyo efecto es dominante sobre otros factores como temperatura y salinidad del agua. En el momento del plenilunio, los arrecifes de todo el mundo lanzan sus gametos al agua para su reproducción. Tiene mucho sentido, pues en el momento de luna llena es cuando la marea está más alta, con

lo cual tienen la mejor oportunidad para viajar lo más lejos posible.

Pero no solamente se trata de cambios en el comportamiento reproductivo. También afecta la comunicación entre los individuos y los patrones alimenticios. En términos del primero, se ha observado que distintas especies de búhos, quienes se comunican entre sí y marcan su territorio mediante señales auditivas (ulular) y visuales (las plumas), reducen la intensidad de su canto durante la luna llena. Esto como estrategia para evitar ser detectados —tanto por sus presas, como depredadores— en noches en que el brillo lunar los hace más conspicuos. De manera similar, los coyotes reducen el número de aullidos largos y de manada durante la luna llena, y la comunicación entre individuos se reduce a unos pocos aullidos cortos.

En términos de los patrones alimenticios también hay toda clase de cambios etológicos: desde los insectos hasta los mamíferos. Por ejemplo, varios tipos de insectos excavadores —como las hormigas león— que hacen su madriguera todos los días, escarban túneles más profundos durante la luna llena. Varias especies de abejas nocturnas, extienden su periodo de colecta de polen durante la luna llena y se resguardan por completo en las noches de luna nueva. Las serpientes, depredadoras de los búhos, reducen a casi cero su actividad en el plenilunio por miedo a ser vistas.

Pero posiblemente el grupo de animales a los que más afecta la luna es a los murciélagos. El concepto “fobia lunar” se ha acuñado para describir el cambio radical en el comportamiento de estos mamíferos voladores durante el plenilunio. Pero no a todos los murciélagos les afecta por igual, de acuerdo con un estudio realizado por los investigadores mexicanos Romeo Saldaña

y Miguel Munguía, los murciélagos que cazan insectos y peces sobre el agua, y los que se alimentan de frutos que crecen en las copas de los árboles, son más lunar-fóbicos. Esto debido a que en esos ambientes la luz lunar penetra de manera más intensa, haciendo que los murciélagos sean más visibles y aumente su riesgo a ser detectados o depredados.

### Y seguiremos descubriendo lunáticos

Con todo esto esperamos haberlos convencido de que la Luna es una gran reguladora del comportamiento humano y animal. Que las fantásticas ideas de licantropía y los lunáticos tienen su origen en los extraños efectos que el plenilunio tiene sobre nuestra existencia. Es muy probable que las investigaciones sigan arrojando extraños resultados sobre cómo la luna marca las pautas comportamentales de humanos y animales; de cómo a algunos los pone locos, a otros felices y a la gran mayoría, le da ganas de quedarse en su casa para que nadie los vea. Así que la próxima vez que salgas de noche y te sientas un poco loco, fíjate en el cielo, a lo mejor la causante es la gran luna redonda.



Bardo, M. (2012). Los murciélagos que tienen fobia a la Luna. BBC Mundo News.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121001\\_murcielagos\\_luna\\_am.shtml?MOB#orb-banner](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121001_murcielagos_luna_am.shtml?MOB#orb-banner)

Panzola, N. (2014). La verdadera influencia de la Luna sobre nosotros. BBC Mundo News.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/10/141002\\_ciencia\\_luna\\_verdadero\\_poder\\_eclipse\\_np](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/10/141002_ciencia_luna_verdadero_poder_eclipse_np)

Mohar, E. (2018). ¿Cómo afecta la Luna a la Tierra?. *Revista Muy Interesante*.  
<https://www.muyinteresante.com.mx/medio-ambiente/fenomenos-que-existen-gracias-luna/>

Mohar, E. (2018). ¿Cómo afecta la Luna a la Tierra?. *Revista Muy Interesante*.  
<https://www.muyinteresante.com.mx/medio-ambiente/fenomenos-que-existen-gracias-luna/>

# ARTÍCULO

## La depresión en universitarios

Anali Guadalupe Gamboa Castillo y Lizbeth Eugenia García Díaz



**Anali Guadalupe Gamboa Castillo**, estudiante de la carrera de Psicología de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.  
[A13001494@alumnos.uady.mx](mailto:A13001494@alumnos.uady.mx)

**Lizbeth Eugenia García Díaz**, estudiante de la carrera de Psicología de la Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.  
[A13001368@alumnos.uady.mx](mailto:A13001368@alumnos.uady.mx)

La depresión es un trastorno mental universal. Su principal desorden es la alteración del humor o del afecto, teniendo repercusiones a gran nivel en las actividades de la persona afectada. La depresión constituye un problema importante en la salud pública, ya que representa la cuarta causa de discapacidad en cuanto a la pérdida de años de vida saludables a nivel mundial. En lo que respecta a México, la depresión ocupa el primer lugar de discapacidad para las mujeres y el noveno para los hombres.

También se sabe que actualmente, la depresión en adolescentes es cada vez mayor, esto sucede porque en esta etapa se da una serie de procesos que pueden aumentar la probabilidad de que los jóvenes se expongan a situaciones estresantes o difíciles de afrontar. Por ejemplo, las obligaciones académicas, el ritmo de estudio, los horarios, las exigencias de los docentes, las presiones de grupos, la competitividad entre compañeros, y los cambios en la rutina que incluyen la alimentación y los ciclos de sueño. Todos estos elementos pueden afectar las condiciones de salud mental de los estudiantes que ingresan a la universidad. Ante estas circunstancias, se pueden dar situaciones de éxito o fracaso según la presencia de dificultades en el desarrollo del aprendizaje.

### ¿Qué es la depresión?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2010 definió la depresión como una alteración del estado del humor o de la afectividad, junto a cambios en el nivel general de actividad.

¿Cuáles son los síntomas más frecuentes de depresión que presentan los estudiantes universitarios?

En palabras de Serrano, Rojas y Ruggero (2013), los síntomas más frecuentes de depresión que presentan los estudiantes universitarios son el insomnio, la falta de apetito y la pérdida de peso. También exis-

ten síntomas afectivos, como tristeza patológica, decaimiento, irritabilidad, sensación de malestar e impotencia ante las exigencias. A esto se agregan los síntomas de tipo cognitivo, volitivo, e incluso, síntomas somáticos.

### Depresión en universitarios

Las investigaciones demuestran que estudiar el primer año de alguna carrera universitaria puede asociarse con altos porcentajes de relación psicológica, principalmente depresión, al enfrentar a los alumnos con nuevos estresores. Son muchos los factores que pueden contribuir a la aparición de síntomas depresivos en los estudiantes; los más comunes son: los estresores sociales, los problemas económicos, el bajo desempeño académico, y el ajuste inherente a la transición del contexto familiar al ambiente universitario. Sin embargo, el mayor peso recae en las exigencias académicas a las que son sometidos los estudiantes universitarios, así como en el proceso de transición del bachillerato a la universidad, que suelen desencadenar un desequilibrio emocional.

Los estudiantes que se ubican entre las edades de 16 a 21 años, son lo que presentan mayores niveles de depresión. Cabe recalcar que, tal como lo revelan varios estudios, la proporción de mujeres que padecen depresión es el doble de los hombres. La edad de inicio es cada vez más temprana, ya que



la mayor incidencia se da entre los 15 y los 19 años, la cual se mantiene igualmente elevada hasta los cuarenta años en los hombres y los cincuenta en las mujeres, observándose un despunte para la mujer en edades posteriores.

### ¿Por qué es importante estudiar la depresión en universitarios?

Los exámenes, el comportamiento de algunos maestros y los fracasos académicos, son factores que pueden generar depresión entre los estudiantes. A todo esto, cabría agregar las expectativas del estudiante con respecto a la universidad y la licenciatura que está estudiando, si cuenta o no con apoyo económico, las pérdidas afectivas, los problemas de adaptación a la universidad, y el traslado a una nueva ciudad en caso de mudanza que incluye los efectos de separarse de la familia.

En este contexto, la depresión detona un bajo rendimiento académico, ya que el alumno pierde el interés por el estudio debido a su malestar, pues no hay motivación ni ganas de progresar; en tales casos, la depresión inhibe el deseo del individuo. Por el contrario, en algunas ocasiones, ese declive en lo académico es lo que provoca la depresión, es decir, ante la imposibilidad de rendir como los demás o calificar aprobatoriamente las asignaturas y continuar regularmente los estudios, sobreviene la depresión.

Esta situación hace evidente la necesidad de conocer el porcentaje de la presencia de depresión en la comunidad estudiantil universitaria, para que en un futuro, se implementen medidas de detección y tratamiento oportuno para los síntomas, y así evitar el bajo rendimiento que los estudiantes pueden llegar a presentar a causa de este padecimiento.

### Evaluación de la depresión

Se pueden llegar a detectar las manifestaciones depresivas en estudiantes universitarios mediante la aplicación del Inventario de Depresión de Beck (por sus siglas en inglés BDI, *Beck Depression Inventory*). Este instrumento clinimétrico, ha sido validado en varios países y es el más utilizado por los especialistas.

El BDI-II, es un autoinforme que proporciona una medida de la presencia y de la gravedad de la depresión en adultos y adolescentes de 13 años en adelante. Se compone de 21 "ítems" indicativos de síntomas tales como tristeza, llanto, pérdida de



placer, sentimientos de fracaso y de culpa, pensamientos o deseos de suicidio, pesimismo, etc. Estos síntomas corresponden con los criterios para el diagnóstico de los trastornos depresivos recogidos en el DSM-IV (Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, cuarta edición, *American Psychiatric Association*) y el CIE-10 (Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud).

Aunque el Inventario de Depresión de Beck es parte clave en la detección de la sintomatología depresiva, no se debe desacreditar la gran importancia de una entrevista clínica para obtener un diagnóstico certero.

### Evidencias de la sintomatología depresiva en universitarios

Si bien es cierto que la etapa de la universidad es muy emocionante, también lo es el hecho de que puede llegar a ser una experiencia muy ardua. Existen estudiantes universitarios que tienen que tomar clases difíciles, dormir menos horas, conocer a nuevas personas, dejar su casa, aprender a vivir de manera independiente. Los obstáculos pequeños o grandes pueden asemejarse a la llegada del fin del mundo; sin embargo, comúnmente estos sentimientos suelen acabar en poco tiempo.

Se han encontrado algunas posibles causas por las que los universitarios pudieran presentar





depresión o sintomatología depresiva. Éstas son:

- A muchos estudiantes les resulta difícil adaptarse al nuevo entorno.
- Las presiones académicas y sociales son extremadamente frecuentes y pueden hacer que se sientan inadecuados en dichos ámbitos.
- Tener un bajo desempeño académico, e incluso, reprobado una asignatura; y
- Perder una relación sentimental o problemas familiares.

En un estudio realizado con estudiantes universitarios del Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad Autónoma de Yucatán, se evaluó la presencia de la depresión. El estudio contó

con una muestra de 210 participantes, de los cuales 127 fueron hombres (60.5 %) y 83 mujeres (39.5 %). Con esta investigación se pudo apreciar que 21 participantes presentaron depresión, de los cuales ocho eran hombres (3.80 %) y 13 mujeres (6.19 %). Estos se dividieron en tres niveles de depresión: el primer nivel fue depresión moderada donde cinco fueron hombres y 10 mujeres; en depresión grave se encontraron dos hombres y dos mujeres; y en depresión extrema un hombre y una mujer. Un dato relevante es que, con base en los resultados, se pudo ver que las mujeres padecen más depresión que los hombres.

Otros datos sobresalientes que se pudieron observar en la investigación fueron que, los estudiantes que padecen más sintomatología depresiva se encuentran cursando el primer semestre de licenciatura, y que hay ciertos síntomas que prevalecen más como el llanto, la agitación, la desvalorización y la pérdida de energía.

Con esa investigación se pudo destacar la importancia de evaluar a los estudiantes universitarios para conocer si presentan sintomatología o se encuentran en algún nivel de depresión, ya que ésta trae consigo afecciones físicas, mentales y académicas. Lo más recomendable es estar pendiente para que este trastorno no empeore y pase de sintomatologías a un nivel grave de depresión, es por ello que se recomienda realizar campañas y pláticas en escuelas donde se enseñen las características, los síntomas y demás datos de la depresión, con el fin de orientar a los estudiantes y que así ellos sepan qué hacer y con quién acudir en caso de padecerla o de tener algunas de las sintomatologías depresivas.



Arrivillaga, M., Cortés, C., Goicochea, V. y Lozano, T. (2004). Caracterización de la depresión en jóvenes universitarios. *Universitas Psychologica*, 3(1):17-26. <http://www.redalyc.org/pdf/647/64730103.pdf>

Pineda-Pedraza, M.Á. y González-Flores, S.P. (2018). Nivel de depresión entre estudiantes de Enfermería y Nutrición en una universidad pública de Aguascalientes. *Lux Médica*, 34:53-62.

<https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica/article/view/715/692>

Osornio-Castillo, L. y Palomino-Garibay, L. (2009). Depresión en estudiantes universitarios. *Archivos en Medicina Familiar*, 11 (1):1-2. <https://www.redalyc.org/pdf/507/50719069001.pdf>

## ARTÍCULO

# Problemas mentales en estudiantes de doctorado

Vicente Montejano Ramírez



**Vicente Montejano Ramírez**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas Opción Biología Experimental, en el laboratorio de Ecología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[piscsrhapsody@gmail.com](mailto:piscsrhapsody@gmail.com)

Es un hecho frecuente que tanto familiares como amigos observen la tensión y el estrés que experimentan los estudiantes de posgrado, en particular los que realizan estudios de doctorado, siendo un fenómeno que aumenta durante las fechas de seminarios de evaluación y la publicación del artículo de investigación.

A pesar de que es bien conocido el estrés que se vive en este ambiente, y de que cada año el número de estudiantes inscritos en programas de posgrado incrementa, no fue sino hasta en el año

2017 que se realizó un estudio destinado a evaluar la salud mental de este sector. Desde este antecedente, ha aumentado el interés de diversos grupos de investigación enfocados a la salud mental, por el estudio de aspectos psicológicos en doctorandos, uniéndose a la causa, revistas de alto prestigio como *Nature*; además de crearse grupos de investigadores que se involucran cada vez más en la salud mental de sus alumnos.

### ¿Quiénes y por qué deben preocuparse por la salud mental de los estudiantes de doctorado?

La salud y bienestar mental de los alumnos de doctorado es un hecho que debería ser de vital importancia para el investigador que funge como asesor o director de tesis, debido a que, dentro de los requisitos de los programas de posgrado, se tienen la publicación de artículos científicos provenientes del trabajo de investigación realizado por el estudiante, además de la escritura de una tesis y la obtención del grado académico. Los problemas mentales afectan la eficacia y calidad del trabajo, y en los casos más extremos, conllevan al subsecuente abandono del proyecto de investigación.

De acuerdo con datos del año 2012, el porcentaje de abandono de posgrados está entre 30 y 50 %, dependiendo de la disciplina y el país. Lo anterior ocasiona la pérdida de datos y resultados, proyectos inconclusos, generación de gastos debido a los recursos invertidos en la investigación, lo cual finalmente, conduce a que el trabajo no sea dado a conocer a la sociedad científica.

Como podemos darnos cuenta, los problemas de salud mental en el estudiante tienen impactos

negativos sobre el trabajo del investigador, por lo tanto, si no es por empatía, estas causas deberían ser el detonante para que el asesor ponga especial atención en el bienestar de su alumno.

### Pero ¿Cuáles son los factores que afectan la salud mental del doctorando?

En un estudio realizado sobre la salud mental, de 3 659 alumnos de doctorado en Flandes, Bélgica, se observó que el 51 % de los estudiantes de posgrado sufren de angustia psicológica, es decir, presentan sentimientos o emociones desagradables que afectan su productividad, mientras que el 32 % de estos estudiantes se encuentran en riesgo de desarrollar un desorden psiquiátrico (siendo los más comunes los trastornos de ansiedad, depresión y estrés).

Los resultados se compararon con aquellos obtenidos de empleados y ciudadanos con un nivel de educación alto (licenciatura, maestría y doctorado), además de otros estudiantes de licenciatura o maestría. Al comparar con los sectores poblacionales evaluados, la prevalencia de angustia psicológica fue del doble en estudiantes de posgrado, a excepción de los estudiantes con nivel educativo alto, en los cuales se obtuvieron resultados similares, pero que seguían siendo mayores en estudiantes de doctorado.

Dentro de los elementos evaluados como posibles causas de una mala salud mental en estudiantes de doctorado, se observó que la sobrecarga laboral, así como una mala organización de trabajo, desencadenan el riesgo de generar angustia psicológica o desarrollar un desorden psiquiátrico, mien-



tras que la disciplina en la cual se forma el estudiante, no tiene ninguna relevancia sobre lo anterior. Adicionalmente, en los alumnos que se encuentran ya sea en la fase de inicio o terminación del doctorado, se observa un aumento en problemas mentales.

Por otra parte, entre los elementos controlados directamente por el asesor, la falta de un liderazgo inspiracional y aquel centrado en el abandono del estudiante, generan un aumento de 8 % en la probabilidad de desarrollar angustia psicológica.

Finalmente, aquellos estudiantes que tenían un alto interés en la investigación científica y que veían el doctorado como un elemento clave para quedarse a trabajar en la universidad o en la institución en cual realizaban el posgrado, o como una herramienta para tener mejores oportunidades laborales, presentaron una mejor salud mental.

Siendo optimistas, estos datos indican que gran parte del bienestar mental del doctorando, depende de su forma de afrontar los hechos, lo cual debería ser la principal herramienta para cuidar la salud, en conjunto con un buen nivel de autoestima.

Como dato curioso, cabe resaltar que los problemas de salud mental afectan más a las mujeres estudiantes de doctorado (34 % más probabilidad de sufrir angustia psicológica y 27 % más probabilidad de sufrir desórdenes psiquiátricos).

### Y entonces ¿Cómo mitigar estos efectos negativos?

Como se mencionó previamente, un buen método para lidiar con la mala salud mental, es la actitud y respuesta que se tienen ante los hechos, aunado a esto, existen otras herramientas que ayu-

dan a sobrellevar el estrés vivido durante el doctorado. Por ejemplo, los doctorandos que tienen pareja sentimental, presentan niveles más bajos de angustia psicológica, así como aquellos que tienen uno o más hijos, estos datos sugieren que tener un buen confidente (pareja) con quien desahogarse, y además, tener una inspiración y motivo por quien mantenerse optimista (hijo), son los mejores remedios para controlar la frustración y todos los sentimientos negativos.

### Todo tiene un orden

A pesar de que se mencionaron que existen diversos factores que disparan los problemas en la salud mental de los doctorandos, no todos tienen el mismo peso, de éstos, existe uno en especial: el equilibrio entre el trabajo y la familia. El invertir más tiempo al trabajo que a la familia o amigos, genera una acumulación de emociones desagradables, pues se deja a un lado la vida social y la sana distracción; sin embargo, dedicar más tiempo a estos placeres, genera una sensación de irresponsabilidad y falta de compromiso con el proyecto de investigación.

En resumen, además de la carga laboral, organización del trabajo y liderazgo del asesor, existen otros elementos ajenos al doctorado que afectan o mejoran la salud mental del estudiante, por lo que al final de cuentas, gran parte de su bienestar depende de él mismo. También hay que considerar que es difícil pedir 100 % de atención por parte del asesor, debido a toda la carga laboral que ellos mismos tienen; no obstante, sí se puede pedir una sana relación para así tener la capacidad de empatizar y comprenderse mutuamente.



Levecque, K., Frederik, A., De Beuckelaer, A., Van de Heyden, J. y Gisler, L. (2017). Work organization and mental health problems in PhD students. *RES POLICY*, 46:868-879.

Barrecheguren, P. (2018). La tesis doctoral es perjudicial para la salud mental. *El País (Ciencia)*, 26 de marzo. [https://elpais.com/elpais/2018/03/15/ciencia/1521113964\\_993420.html](https://elpais.com/elpais/2018/03/15/ciencia/1521113964_993420.html)

Meza, D. (2018). Hacer un doctorado puede ser perjudicial para la salud mental, concluye un estudio. *Colom-*

*bia: El espectador*, 27 de marzo.

<https://www.elespectador.com/noticias/educacion/hacer-un-doctorado-puede-ser-perjudicial-para-la-salud-mental-concluye-un-estudio-articulo-746918>

Sánchez, L.M. (2019). ¿Hacer una tesis doctoral es perjudicial para la salud mental? *Colombia: NC Radio*, 28 de febrero.

<https://www.rcnradio.com/salud/hacer-una-tesis-doctoral-es-perjudicial-para-la-salud-mental>

**ARTÍCULO****Depresión por maltrato infantil**

Luis Miguel Saavedra Pimentel y Luz Torner



**M.C. Luis Miguel Saavedra Pimentel**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas Opción en Biotecnología Molecular Agropecuaria, en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[lmisp\\_603@hotmail.com](mailto:lmisp_603@hotmail.com)

**D.C. Luz Torner**, Doctora investigadora Titular B, Jefa del departamento de Neurociencias del Centro de investigaciones Biomédicas de Michoacán del Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIMI).  
[luz\\_torner@yahoo.com](mailto:luz_torner@yahoo.com)

**E**l maltrato infantil es un problema de salud mundial debido a las repercusiones físicas y psicológicas que provoca. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que en el 2017, la mitad de los niños del mundo sufrieron algún tipo de violencia en sus diferentes vertientes. Esta organización define al maltrato infantil como los abusos y la desatención de que son objeto los menores de 18 años. De acuerdo a datos y cifras de esta organización, un 25 % de la población total adulta manifestó haber sufrido maltrato físico infantil, de los cuales un 20 % de las mujeres y un 7.6 % de hombres sufrieron abuso sexual durante la infancia.

**Consecuencias del maltrato infantil**

Las consecuencias del maltrato infantil a corto plazo son fracturas, abrasiones, traumas en vísceras y daño ocular; a mediano plazo muestran un menor desempeño escolar, comportamiento anti-social, retardo en el desarrollo y comportamiento agresivo; mientras que a largo plazo afecta las re-

laciones sociales y la percepción del entorno originando estrés crónico asociado con trastornos psiquiátricos y afectivos.

De manera similar se conoce que aquellas personas que sufrieron maltrato en la infancia, emplean las mismas prácticas disciplinarias que utilizaron con ellos, perpetuando de esta manera un fenómeno conocido como "transmisión intergeneracional de la violencia", en la cual los niños pueden aprender a utilizar la violencia para resolver conflictos. Sin embargo, no existe una condición lineal ya que no todos los que sufrieron de adversidades tempranas continúan con el ciclo de agresión.

Por otra parte, la salud mental y el bienestar de la madre juegan un papel crucial, pues es sabido que las madres que desarrollan cuadros depresivos durante el embarazo y/o en el periodo postparto, y no reciben atención médica, proporcionan menos cuidados maternos a sus hijos.

Existen periodos sensibles durante la vida, sobre todo en la etapa infantil, donde si ocurren situaciones adversas como maltrato, abandono parental, pobreza extrema, entre otras causas durante los primeros años de vida, la depresión y el incremento en el consumo de drogas será un resultado muy probable.

Diversos estudios han demostrado que adultos que sufrieron maltrato infantil tienen una

probabilidad incrementada de desarrollar diversas conductas de riesgo, además de la posibilidad de padecer depresión. Se sabe que las personas que experimentaron maltrato infantil muestran menos seguridad, baja autoestima, sentimientos de culpa y menor auto-eficiencia en la edad adulta. De igual manera se sabe que el maltrato infantil tiene una relación muy estrecha con enfermedades psiquiátricas como lo es la depresión.

Como ya se ha descrito, la depresión es un trastorno mental frecuente, que se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés, sentimientos de culpa, falta de autoestima, trastornos del sueño o del apetito, sensación de cansancio y falta de concentración. Ocurre en casi en el 67 % de las personas que han sufrido maltrato durante los primeros años de vida; sin embargo, la depresión es una enfermedad multifactorial donde se pueden incluir diversos factores de riesgo como los ambientales, los genéticos, entre otros.

La relación causal entre el maltrato infantil y la depresión entre los seres humanos es difícil de demostrar, por lo cual se han utilizado diversos modelos animales para lograr replicar las situaciones que se han observado en los seres humanos.

### Modelos animales de estrés en etapas tempranas de la vida

De acuerdo al *National Human Genome Research Institute* (NHGRI), un modelo animal es una especie no humana que se utiliza en la investiga-



**CONDUCTAS DE RIESGO**

### Dentro de la sintomatología podemos encontrar:



1. Cambios en el estado de ánimo (tristeza, ansiedad, irritabilidad).
2. Pérdida de interés en cosas que en alguna etapa de la vida, fueron placenteras.
3. Fatiga.
4. Dificultad para concentrarse.
5. Cambios en el sueño (insomnio o sueño excesivo).
6. Cambios de apetito.
7. Pensamientos de suicidio.
8. Dolores de cabeza y musculares.

ción para extrapolar aspectos de una enfermedad humana, ya que los investigadores pueden realizar experimentos que serían muy complicados o poco éticos en seres humanos.

Se ha acuñado el término de “estrés en etapas tempranas de la vida”, para indicar el estrés que se sufre en los primeros días de vida postnatal, si se trata de roedores, o meses si se trata de otras especies. Si bien este término podría también abarcar el periodo gestacional, en nuestro caso nos referiremos solamente al periodo postnatal (después de nacer).

El modelo de separación materna fue descrito a mediados de la década de los 60 por Levine, y éste ha sufrido modificaciones con el paso de los años, pudiendo encontrar modelos con separación maternal por periodos de tres horas por la mañana y tres horas por la tarde desde el posnatal dos hasta el posnatal 20, o periodos de tres o cuatro horas durante la mañana desde el posnatal uno hasta el posnatal 14.

También existe una variación donde se separa de manera individual a las crías de sus hermanos. Otro tipo de estresor temprano es el destete precoz, el cual consiste en destetar a las crías de ratas al día posnatal 15, esto resulta ser un fuerte evento traumático durante la infancia ya que se rompe el vínculo entre la madre y la cría.

Estos modelos se basan en las observaciones sobre los roedores, ya que las crías de roedor nacen un tanto inmaduras y por lo tanto dependen grandemente del cuidado materno para su desarrollo. Al privar a las crías del contacto con la madre, se les priva de los estímulos sensoriales necesarios para el desarrollo y maduración adecuados del sistema nervioso del infante. Esto se hace más pronunciado al separar de forma individual a las crías, privándolos también del contacto sensorial (piel a piel) de los hermanos.

Esta carencia de estímulos, sumada a la percepción de estrés de la cría, resulta en el animal adulto en una mayor ansiedad y una respuesta fisiológica mayor —incluso exacerbada—, ante los estímulos estresantes que se le presentan en la vida adulta.

Los modelos animales además muestran que el estrés en etapas tempranas de la vida, puede inducir cambios en el material genético del individuo expuesto, es decir, que modifican la información genética heredada. Estos estudios corroboran las observaciones hechas en el ser humano, confirmando que la presencia de estrés en etapas tempranas



de la vida puede modificar la conducta del individuo y su respuesta fisiológica a eventos posteriores de estrés.

#### Estrategias para disminuir el maltrato infantil

Una de ellas es establecer guarderías para los hijos de aquellas madres en las que se detecte que sufren de depresión activa, y que por lo tanto, tienen un menor cuidado hacia los hijos. Asimismo, la detección de violencia intrafamiliar, ha llevado a proteger a los infantes retirándolos de la casa materna y poniéndolos en instituciones especializadas para su cuidado. Por otra parte, el conocimiento adquirido con los modelos animales de estrés en etapas tempranas, permitirá implementar nuevos programas de salud que se enfoquen en la disminución del maltrato infantil temprano, no solo mediante su prevención y detección, sino también utilizando agentes terapéuticos que contrarresten los efectos a largo plazo inducidos por el estrés. Esto permitirá que las intervenciones tempranas en los niños maltratados, tengan un impacto superior en la reducción de los síntomas relacionados a la depresión.

*Agradecemos el apoyo recibido por el CONACyT, mediante el proyecto CB 2014-243419-M (Reg. en IMSS FIS/IMSS/PROT/1386) a LT, así como mediante la beca de doctorado otorgada a LMSP.*



Andersen, S.L. (2015). Exposure to early adversity: Points of cross-species translation that can lead to improved understanding of depression. *Dev Psychopathol*, 27(2): 477-491.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25997766>

Ritcher, L., Black, M., et al. (2019). Early childhood development: an imperative for action and measurement

at scale. *BMJ Glob Health*; 4 (Sup. 4).  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6590994/>

Organización Mundial de la Salud (2018). *Temas de salud, depresión*. <https://www.who.int/topics/depression/es/>

# ARTÍCULO

## El guaje ¿alimento para rumiantes?

María Bottini Luzardo y Karlos Orozco Durán



**María Bottini Luzardo**, es Profesora-Investigadora de la Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia Núm. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, México.

[mariabluzardo@yahoo.es](mailto:mariabluzardo@yahoo.es)

**Karlos Orozco Durán**, es Profesor-Investigador en el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán.

[mvzherreraojeda@gmail.com](mailto:mvzherreraojeda@gmail.com)

El "Guaje," "Tantán," "Huaje" o "Huaxín," es una especie arbórea del género *Leucaena*, proveniente de Yucatán, pero como muchas especies endémicas de México, fue llevada por los españoles en el siglo XV a las islas Filipinas y al sureste de Asia, dónde tuvo un gran auge en su uso para la alimentación animal. En México existen dos variedades: el Guaje rojo (*Leucaena esculenta*) y el Guaje verde (*Leucaena leucocephala*).

Esta planta crece en forma de arbustos que miden entre tres y 12 metros de altura. Algunos de ellos viven hasta 50 años y crecen de forma silvestre en zonas cálidas. Sus vainas miden entre 11 y 25 centímetros de largo por uno a tres centímetros



de ancho. Son verde cuando se van desarrollando y café cuando están maduras, conteniendo de 15 a 30 semillas, las cuales miden comúnmente un centímetro de largo y entre tres y seis milímetros de ancho.

Este árbol tropical es utilizado a nivel mundial para consumo humano, fabricación de muebles y combustible, pero la razón por la cual es más popular, es por su uso en la alimentación de rumiantes (vacas, cabras, borregas), debido a las múltiples propiedades nutricionales que posee, rico en proteína y se ofrece por medio de sistemas de corte y acarreo o de forma directa en pastoreo.

Para ejemplificar su impacto en la nutrición animal, hace apenas unos años los australianos tenían más de 150 000 hectáreas; no obstante, el objetivo es alcanzar las 500 000 en los próximos años. Por otra parte, en Colombia y México se han creado programas gubernamentales para implementar "sistemas silvopastoriles intensivos", utilizando como principal arbusto forrajero a la *Leucaena* sembrada a altas densidades (hasta 50 000 plantas/ha).

### ¿Por qué el guaje es tan popular en la alimentación de animales rumiantes en los trópicos?

En las zonas tropicales la producción de rumiantes se basa en el uso de forrajes de baja calidad (mucho fibra), por lo cual arbustos como los del género de la *Leucaena* con altos porcentajes de proteína, entre 15 y 31 %, altamente digestibles y

fáciles de cultivar, han hecho que los productores volteen a ver a este tipo de plantas para sustituir los costosos alimentos concentrados. De igual manera existen estudios que avalan el uso de esta leguminosa para poder "disminuir la excreción de meta-no al ambiente", tan penado últimamente a nivel mundial y la utilidad de esta planta como fijadora de nitrógeno en el suelo.

Sin embargo, dentro de los mismos factores que enaltecen al guaje, se encuentra lo que pudiera convertirlo en un "villano nutricional", los elementos tóxicos de la planta.

### Elementos tóxicos presentes en el guaje que afectan la producción de rumiantes en el trópico

Durante las décadas de los 60, 70 y 80 se reportan efectos negativos sobre la salud y productividad de los animales, entre los cuales se destacaba una baja eficiencia reproductiva de las hembras cuya inclusión de *Leucaena* en la dieta era mayor al 50 %. Eventualmente, los estudios realizados en esas épocas revelaron que todas las especies del género *Leucaena* contienen factores anti-nutricionales, entre los que se encuentran los taninos y la mimosina.

### Taninos

En numerosas ocasiones hemos oído hablar de los taninos tan famosos que contienen el vino tinto. Estos elementos químicamente se conocen

Cuadro 1. Consumo de guaje y su efecto sobre variables productivas		
Especie	Variable productiva evaluada	Resultado reportado
Bovino	Peso vivo	Se mantiene el peso
	Composición de la leche	Buena composición de leche
	Consumo y digestibilidad	Aumento del consumo, incremento de la digestibilidad
Caprino y Ovinos	Ganancia de peso, concentración de parásitos	Mejora la ganancia de peso Disminuye la cantidad de parásitos

como “polifenoles”, elementos que protegen y tienen capacidades antioxidantes para las células. Pero en producción animal se reconocen como uno de

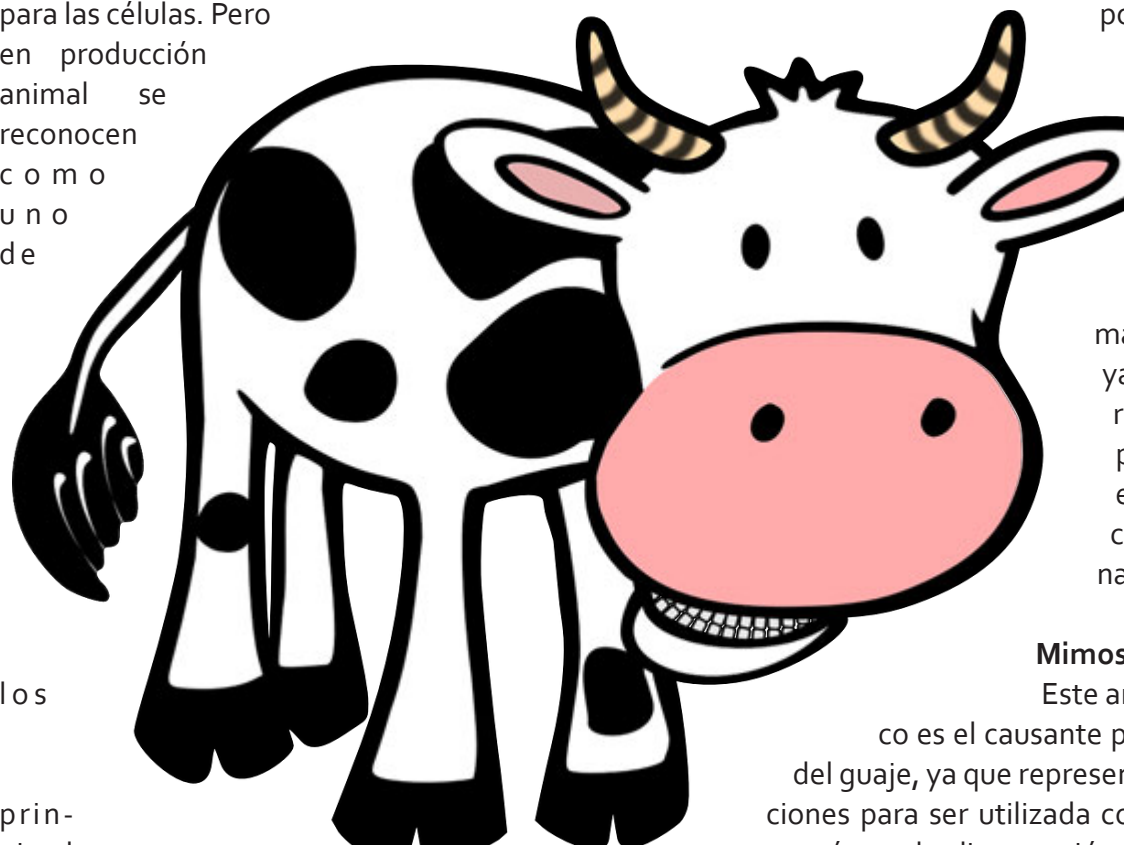
gen mando complejos que evita

con estos nutrientes, lo que sean degradados por los microorganismos en el rumen y que se facilite su absorción en el duodeno.

Pero no todo ha sido malo con los taninos, ya que esta característica también ha permitido investigar el uso de la *Leucaena* como antiparasitario natural en rumiantes.

los

principales factores anti nutricionales de las plantas, y en la *Leucaena*, su concentración oscila entre un 2 y 6 %. Estos taninos poseen alta afinidad por las proteínas, carbohidratos y aminoácidos libres, for-



### Mimosina

Este aminoácido no proteico es el causante principal de la villanía del guaje, ya que representa una de sus limitaciones para ser utilizada como única fuente de proteína en la alimentación de rumiantes. El contenido de mimosina en la planta oscila entre el 2 y 5 %, encontrándose principalmente en las partes tiernas de la misma. Entre los síntomas derivados de la ingestión se incluyen “pérdida de peso, caída de pelo, aborto, infertilidad, disminución de secre-

Cuadro 2. Consumo de guaje y efecto sobre variables reproductivas

Especie	Sexo	Porcentaje de guaje en la dieta	Variable reproductiva evaluada	Resultado reportado
Vacuno	H	33%	Actividad ovárica	Retardo en entrar
Caprino	H	50%	Tasa de gestación Abortos	60% (preñez) 44%
Ovino	M	60%	Calidad espermática	Baja concentración espermática



ción láctea, deformaciones fetales y otras anomalías”. Estos efectos negativos del guaje sobre la producción animal, podrían ser consecuencia del hipotiroidismo, ya que además de atribuírsele los efectos anteriores, también se le atribuye la mala condición física al nacer de crías de vacas y ovejas que consumieron altas cantidades de *Leucaena* (cuadro 2).

No obstante, por todo esto no se puede estigmatizar a la *Leucaena*, sino que se necesitan más estudios sobre ella, ya que, aunque es una planta conocida y utilizada por sus propiedades, en los últimos 10 años no existen muchas investigaciones al respecto para generar estrategias que minimicen riesgos y potencialicen sus ventajas nutricionales.



Herrera, R.S., Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., García, M. y Cruz, A.N. (2017). Metabolitos secundarios de *Leucaena leucocephala*. Su relación con algunos elementos del clima, diferentes expresiones de digestibilidad y metabolitos primarios. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(1):107-115.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v51n1/cjas12117.pdf>

Galindo-Blanco, J.L., Rodríguez-García, I., et al. (2018). Ecosistema con *Leucaena leucocephala*: su efecto en la

población microbiana ruminal en toros en ceba. *Pastos y Forrajes*, 41(2):128-133.  
[http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n2/en\\_pyfo8218.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n2/en_pyfo8218.pdf)

Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., et al. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1):105-120.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v9n1/2448-6698-rmcp-9-01-105.pdf>

# ARTÍCULO

## Bioenergía a partir de la combinación de residuos complementarios

Noé Contreras González



La escasez de combustibles fósiles genera conflictos sociales y ambientales en todo el planeta, y a su vez, otra preocupación prioritaria en la actualidad, es la enorme cantidad de residuos orgánicos que se desechan en el ambiente, lo cual contribuye con el calentamiento global y la contaminación de los cuerpos de agua y los terrenos. Para combatir estas dos problemáticas, los países desarrollados usan procesos biológicos de tratamiento de residuos que sustituyen a los procesos tradicionales de producción de energía, logrando algo que llamamos bioenergía. Uno de estos procesos es la codigestión anaerobia, que consiste en la obtención de bioenergía en forma de biogás, el cual se puede quemar para aliviar costos de combustibles o convertirlo en electricidad renovable. Esto es posible gracias a millones de microorganismos que consumen residuos, matando dos pájaros de un tiro: la contaminación por residuos orgánicos y la escasez de energéticos sustentables.

**Noé Contreras González**, es Maestro en Ingeniería Ambiental por la Universidad Nacional Autónoma de México, actualmente labora en el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Encargado de Plantas de tratamiento de agua residual. [ingnoecontreras@gmail.com](mailto:ingnoecontreras@gmail.com)

## Bioenergía y codigestión

La energía derivada de procesos de descomposición bacteriana se le llama bioenergía; tal es el caso del biogás, el cual es producido por los millones de microorganismos que hacen posible la digestión anaerobia, la cual sucede de manera natural, aunque también se puede hacer de manera tecnificada y controlada en instalaciones especiales. En estos casos, el proceso consiste en colocar residuos en un recipiente hermético a 35 °C para producir biogás con 65 % de metano, el cual es un combustible muy parecido al propano usado en las estufas, e incluso es parecido a la gasolina. Además, el biogás también se puede convertir mediante varios procesos en electricidad renovable.

Los dos productos de la digestión anaerobia son el biogás y un residuo semisólido llamado digestato, que normalmente se puede convertir en composta para el mejoramiento de suelos, de manera que la digestión (o codigestión) anaerobia, es un proceso completamente sustentable. En la figura que se muestra a continuación, se ilustra un típico proceso de digestión anaerobia.

Joan Mata Álvarez, investigador español y tal vez el más reconocido a nivel mundial en estos temas, define la codigestión anaerobia como la combinación de dos o más sustratos complementarios con la que se logra balancear nutrientes, humedad y evitar inhibiciones del sistema por tóxicos. Es decir, que la combinación de dos o más residuos para su digestión, se le llama codigestión anaerobia.

Se podría pensar que los residuos son como dos personas que comienzan un negocio y se con-

vierten en socios para complementar sus habilidades y compensar sus deficiencias. La asociación de estas dos personas permite que produzcan y ganen más cada una de ellas. Lo mismo pasa con dos o más residuos complementarios, producen más juntos que por separado.

Además de producir más biogás, en codigestión, los residuos también se consumen de manera más adecuada en comparación con la digestión anaerobia simple de un solo residuo. Por lo tanto, gran parte de la investigación científica en el área ambiental, actualmente se enfoca en determinar cuáles residuos mezclar y en qué proporciones se debe hacer, con base en varios criterios como la producción de biogás, que es la variable de mayor importancia económica y está sujeta a otras variables que la influyen, como el balance de nutrientes de la mezcla resultante, el balance de pH (acidez), la dilución de tóxicos y entre otras.

## Residuos orgánicos como recurso

De los seis billones de toneladas de basura orgánica generados al año en el mundo, sólo una pequeña porción recibe algún tipo de tratamiento que no sea simplemente colocarla en un tiradero al aire libre, lo cual contribuye con el calentamiento global y con la contaminación del agua y suelo. Además de contaminar, otra desventaja de tirar estos residuos es no aprovecharlos como generadores de bioenergía para sustituir a los combustibles fósiles. Las nuevas tecnologías ambientales como los procesos biológicos de tratamiento mencionados, están haciendo cambiar las viejas costumbres que conciben





los residuos exclusivamente como un problema, cuando conviene verlos como el potencial recurso que son, si se le somete a un tratamiento adecuado.

#### Proporciones adecuadas para combinar residuos

Para lograr que dos o más residuos se complementen, es necesario combinar residuos de naturalezas complementarias: por ejemplo, uno que tenga poca acidez con otro que tenga mucha para que el resultado sea una acidez propicia, también es necesario combinarlos en la proporción más adecuada para lograr balancear los niveles de concentración de nutrientes, así como diluir tóxicos, entre otros parámetros, ya que, a los microorganismos que se encargan de la digestión anaerobia, estas condiciones les son necesarias y propicias para hacer su trabajo: consumir residuos y producir bioenergía en forma de biogás.

Un ejemplo de esto, es un estudio del año 2009, acerca de codigestión en el que se combinaron tallos de maíz y estiércol con diferentes proporciones de estiércol/tallos de maíz. Las proporciones ensayadas fueron  $1/1$ ,  $1/2$ ,  $1/3$  y  $1/4$ , respectivamente, siendo la proporción de  $1/3$ , la que originó mayor producción de biogás. De manera similar, en otra investigación realizada en 2017 con basura orgánica y vinaza, que es un residuo orgánico de la industria del alcohol, se encontró que la proporción de  $10/1$  (en sólidos volátiles/sólidos volátiles) de basura orgánica y vinaza, respectivamente, fue la más adecuada para producir la mayor cantidad de biogás,

en comparación de las otras proporciones ensayadas ( $2/1$ ,  $5/1$  y  $20/1$ ).

#### Actualidad y futuro en codigestión y bioenergía

El sector de digestión y codigestión anaerobia en Europa ha crecido vertiginosamente en los últimos veinte años, ya que las necesidades de la población, así como las legislaciones que se están implementando en estos países, así lo requieren para poder aliviar los problemas de contaminación, suministro de energía, los de tratamiento y disposición de residuos, y los malestares sociales que se derivan de los anteriores. Es deber del resto del mundo seguir el ejemplo de estos países desarrollados al continuar con la implementación de tecnologías de este tipo, probando nuevas combinaciones de residuos, en proporciones adecuadas, que bien pueden generar mucha más bioenergía que la que se ha obtenido hasta el momento.

Actualmente en México se cuenta solamente con alrededor de diez instalaciones de digestión anaerobia y ninguna de codigestión. Estas instalaciones no tratan residuos a nivel municipal ni mucho menos estatal, como en los países desarrollados. La mitad de las instalaciones de digestión anaerobia en México están en periodo de prueba y sirven para hacer investigación en el tema, más que para realmente tratar residuos y producir bioenergía. Sin embargo, la tecnología necesaria para la digestión y codigestión anaerobia es relativamente simple y los sistemas se pueden implementar y construir fá-

cilmente. Además, en el mercado internacional ya es posible encontrar digestores anaerobios de todos tamaños listos para su instalación.

Como se mencionó inicialmente en este artículo, los problemas de disponibilidad de energía son de las mayores preocupaciones en la actualidad, prueba de ello es que muchas de las guerras actuales, pasadas y futuras, se dan por la disputa por el petróleo y otros energéticos. La producción de energía también constituye un problema desde el punto de vista de que el proceso tradicional produce contaminación, además de energía, por lo que es importante implementar tecnologías limpias y eficientes para producirla y dar tratamiento a los residuos, como es el caso de la codigestión anaerobia, entre otras tecnologías emergentes.

En México estamos a punto de poder implementar este tipo de procesos a gran escala ya que existen investigaciones sobre el tema, principalmente en universidades como la UNAM campus CDMX, donde están Alfonso Durán Moreno y Simón González Martínez, por mencionar algunos, de alrededor de 50 investigadores de prestigio mexicanos que operan en este campo del saber. Sin embargo, mucho tramo falta por recorrer, hace falta más investigación que genere conocimientos aún más sólidos, hace falta gestión para que los gobiernos adopten y promuevan este tipo de tecnologías limpias. Y, finalmente, falta animarse a hacer proyectos de este tipo para dar solución a los problemas sociales, ambientales y energéticos que nos aquejan.



Codigestión anaeróbica de residuos orgánicos.  
<http://www.ahidra.com/campos-de-actividad/codigestion-anaerobia-residuos-organicos/>

Digestión anaerobia.  
[https://www.ecured.cu/Digesti%C3%B3n\\_anaerobia](https://www.ecured.cu/Digesti%C3%B3n_anaerobia)

La digestión anaeróbica en Europa: investigación y desarrollo.  
[http://www.gicom.cat/es/digestion\\_anaerobia\\_europa/](http://www.gicom.cat/es/digestion_anaerobia_europa/)

Biogás fuel cell S.A., 2019. Disponible en: <http://biogas-fuelcell.com/digestion-anaerobia/>.

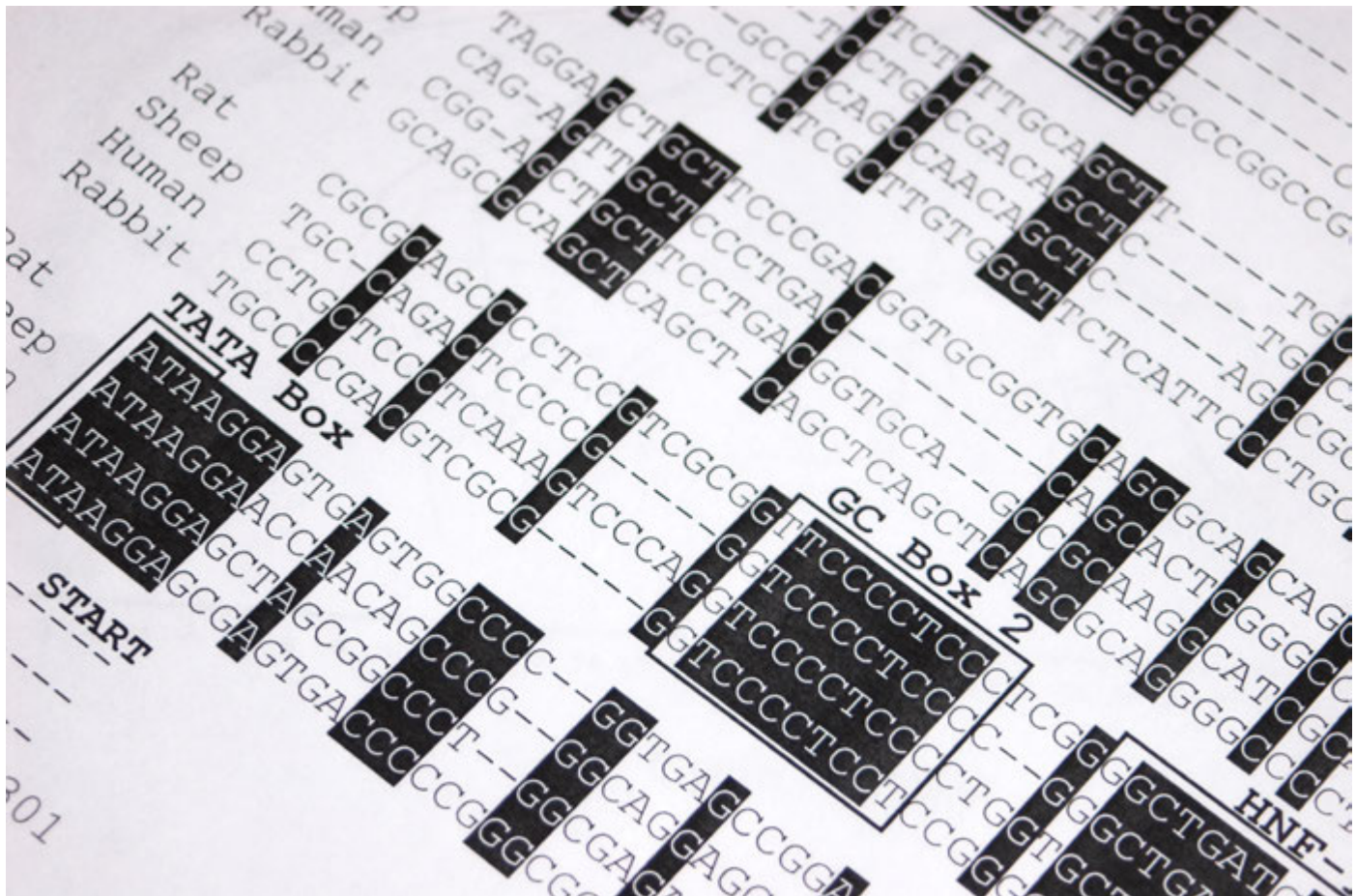
Contreras-González, N. (2017). Codigestión anaerobia de vinaza y la fracción orgánica de los residuos municipales para producir metano: Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, ciudad de México.

USDA (2015). Biogas opportunities roadmap progress report.  
[https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f27/biogas\\_opportunities\\_roadmap\\_progress\\_report\\_o.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/12/f27/biogas_opportunities_roadmap_progress_report_o.pdf).

# TECNOLOGÍA

## Secuenciación genómica: Cuando el futuro nos alcance

Andrea Monserrat Negrete Paz y Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas



**Andrea Monserrat Negrete Paz**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, en la Opción de Biotecnología Molecular.  
[anegrete.pz@gmail.com](mailto:anegrete.pz@gmail.com)

**Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas**, profesora investigadora en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[marisolvaz@yahoo.com](mailto:marisolvaz@yahoo.com)

**A**ctualmente se han secuenciado de manera parcial o completa, alrededor de 15 mil especies en nuestro planeta, debido al abaratamiento de los costos de secuenciación. Pero ¿qué tan cercana es la realidad de poder secuenciar nuestro genoma, no a nivel de especie sino de manera individual? ¿Qué beneficios tendríamos si pudiéramos llegar a hacerlo?

**A caray... Eso si me interesa**

Para responder estas preguntas es necesario conocer al protagonista: El genoma, éste es el con-



junto de toda la información genética contenida en el ADN e incluye las instrucciones necesarias para que los organismos desarrollen las características que los hacen únicos, sin importar si se trata de una bacteria, una planta, un animal o una persona. En los seres humanos, el genoma consta de 23 pares de cromosomas que se encuentran en el núcleo, así como un pequeño cromosoma que se encuentra en las mitocondrias de las células. Cada conjunto de 23 cromosomas contiene aproximadamente 3.2 mil millones de pares de bases, es decir dos nucleótidos opuestos y complementarios en la cadena de ADN. A pesar de ser secuencias tan largas, se trata de estructuras pequeñísimas e invisibles para los ojos. Para obtener esas pequeñas estructuras a partir de un organismo, los científicos utilizan técnicas tanto experimentales como de análisis computacional.

1. En primer lugar, se extrae el ADN de las células del organismo del cual nos interesa obtener su secuencia genómica en un tubo especial de laboratorio, mediante una serie de pasos que nos permiten eliminar todo lo que no se trate de ADN.
2. Después hay que cortarlo en pedazos, como si cortáramos una tira larga de papel en muchas partes y una vez que tenemos los pedacitos hay que hacer múltiples copias de cada uno.
3. Con este método de copiado, se obtienen conjuntos de millones de copias del mismo pedazo de ADN.

4. Después, cada una de estas pequeñas secuencias es leída -en un secuenciador- para saber el orden correcto que siguen las bases y así obtener lecturas de cada pedazo de ADN.

Si queremos darnos una idea de cuántas lecturas obtendríamos, tenemos que dividir el tamaño del genoma que hemos secuenciado entre el tamaño de la lectura que realiza el secuenciador. Por ejemplo, si utilizamos un secuenciador "Illumina MiSeq" que realiza lecturas de 300 pares de bases para secuenciar el genoma humano de 3.2 mil millones de pares de bases, obtendríamos cerca de 10.3 millones de lecturas. ¿Y... ahora qué sigue?

#### Armando el rompecabezas

Una vez que tenemos estas lecturas, necesitamos encontrar su orden, ya que si recuerdas, partimos la cadena de ADN en muchos pedazos; es como si tuviéramos que armar un rompecabezas de más de ¡10 millones de piezas! Suena bastante complicado y si además agregamos que puede haber muchas piezas repetidas en este rompecabezas, que es nuestro genoma, podríamos pensar que es una tarea imposible. Sin embargo, existen diversos programas de computadora que nos ayudan a resolver la tarea de encontrar la mejor opción en el armado de esta secuencia de ADN.

Al final de este proceso tenemos nuestro genoma secuenciado, pero si queremos saber a qué



“se dedica” cada porción de información en el genoma ¿cómo podemos hacerlo? Pues habría que “anotar” ese genoma, con anotar nos referimos a que debemos leer el genoma secuenciado, esto no sólo implica conocer el número de genes que posee, sino también muchas características específicas de cada gen, como por ejemplo su tamaño, su posición específica en el genoma, la función que desempeña, si se encuentra solo o quiénes son sus genes vecinos, de esta manera podemos tener toda la información descifrada.

### ¿Una herramienta para todos?

Si nos preguntamos ¿qué tienen en común la actriz Glenn Close, el cantante y vocalista de la banda Black Sabbath, Ozzy Osbourne y James D. Watson, uno de los considerados co-descubridores de la estructura de doble hélice del ADN? la respuesta podría sorprendernos un poco, ya que fueron de los primeros seres humanos en obtener su genoma secuenciado completamente. Mientras que el primer genoma humano costó cerca de 3 mil millones dólares y tardó más de una década en producirse, en 2010 la compañía de secuenciación estadounidense “Illumina” secuenció el genoma de la actriz Glenn Close por 300 mil dólares.

Actualmente, el Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano, ha estimado que obtener la secuencia completa de un genoma humano tiene un costo de aproximadamente 1000 dólares, aunque en noviembre de 2018, se anunció el desarrollo de un nuevo secuenciador por parte de la empresa “Illumina”, considerada como la empresa líder en servicios de secuenciación a nivel mundial, lo que significaría una reducción en el costo de secuenciación hasta casi el 10% del costo actual, es decir ¡100 dólares!.

Con el desarrollo de esta tecnología de secuenciación a bajo costo, podríamos obtener nuestra secuencia genómica por el precio de un teléfono celular.

**Pero si ya se secuenció el genoma de James Watson, ¿para qué secuenciar el mío?**

No existe un genoma humano único, cada individuo tiene sus propias particularidades y cambios frente a lo que podríamos considerar una secuencia “consenso”, es decir, si comparáramos todos nuestros genomas, habría bases en la secuencia que aparecerían con mayor frecuencia en cada posición, pero algunos de nosotros podríamos tener una base distinta –por ejemplo en la posición 16 de nuestro genoma, la mayoría tendrá una adenina pero habrá algunos otros que tengan una citosina- por lo que podríamos obtener una secuencia “consenso” o representativa del genoma humano basada en las frecuencias.

Estas pequeñas diferencias representan el 0.01% de nuestro genoma, ya que se calcula que todos los seres humanos compartimos más de un 99.9 % de similitud en el mismo. Son esas variantes las que dan sentido al estudio de un genoma personal. La forma en que actúan dichas variantes puede ser muy diversa ya que un cambio en una base de la secuencia de ADN puede inducir una modificación en la función de la proteína, pueden cambiar la expresión de ciertos genes o incluso pueden afectar a otros mecanismos aún desconocidos. Esto tiene múltiples consecuencias, como la predisposición a contraer determinadas enfermedades, como el cáncer, el Parkinson o la diabetes: también indican qué tratamientos aceptará mejor nuestro organismo, lo que ayuda a diseñar fármacos más efectivos, y qué dietas nos convienen. Incluso reflejan si somos o no propensos al alcoholismo o a tener mellizos. Qué interesante ¿verdad?

**«Podemos estar seguros que la secuenciación de genomas personales, es la base de la medicina personalizada: podría ayudarnos a definir riesgos, predecir respuestas, escoger o mejorar tasas de éxito en el tratamiento, entre muchas otras aplicaciones, pero al menos por el momento tendremos que esperar un poco hasta que secuenciar nuestro genoma sea tan común como sacarse una radiografía o tomarse una resonancia magnética»**



Estudios de asociación en todo el genoma. (2019). National Human Genome Research Institute. <https://www.genome.gov/27562846/estudios-de-asociacion-en-todo-el-genoma/>

Reguero-Reza, M.T. (2013). 10 años de la secuenciación del genoma humano: Encuentro entre el imaginario y la realidad. Revista Colombiana de Biotecnología. 15(1), 5-7.

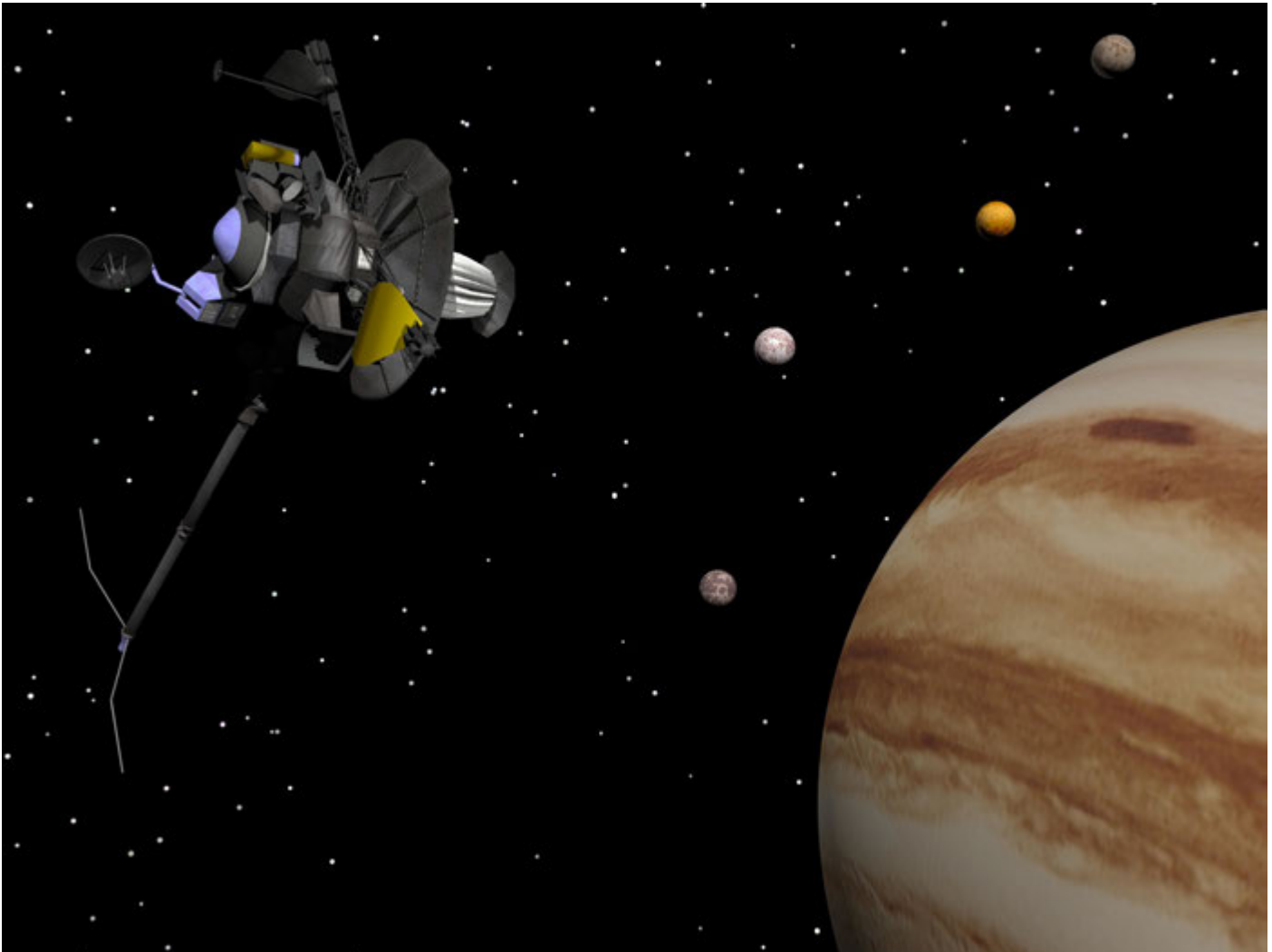
Bermudez-Santana, C. I. (2016). Aplicaciones de la bioinformática en la medicina: el genoma humano. ¿Cómo podemos ver tanto detalle?. Acta Biológica Colombiana. 21(1), 249-258.

Herránz, A. S., Escrig, A. J., Gobernado, I. (2012). Secuenciación de genoma completo: un salto cualitativo en los estudios genéticos. Revista de neurología. 54(11), 692-698.

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## El mundo y sus demonios

Juan Carlos Arteaga Velázquez



**Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez**, Profesor e investigador en el Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico. Investigador en el área de astrofísica de partículas. Miembro de las colaboraciones KASCADE-Grande, HAWC, Pierre Auger y MATHUSLA. Miembro de la Sociedad Mexicana de Física

Uno de los grandes divulgadores de la ciencia durante el siglo XX fue sin duda Carl Sagan (1934-1996). Fue escritor, profesor, científico, guionista, asesor, defensor de la ciencia y del método científico. En el ámbito de la ciencia, contribuyó al desarrollo de la astronomía planetaria, y fue miembro de los equipos de investigadores que exploraron nuestro Sistema Solar con las sondas espaciales Mariner, Voyager, Vikingo y Galileo.

Como divulgador de la ciencia, escribió varios libros sobre diferentes temas científicos (al respec-

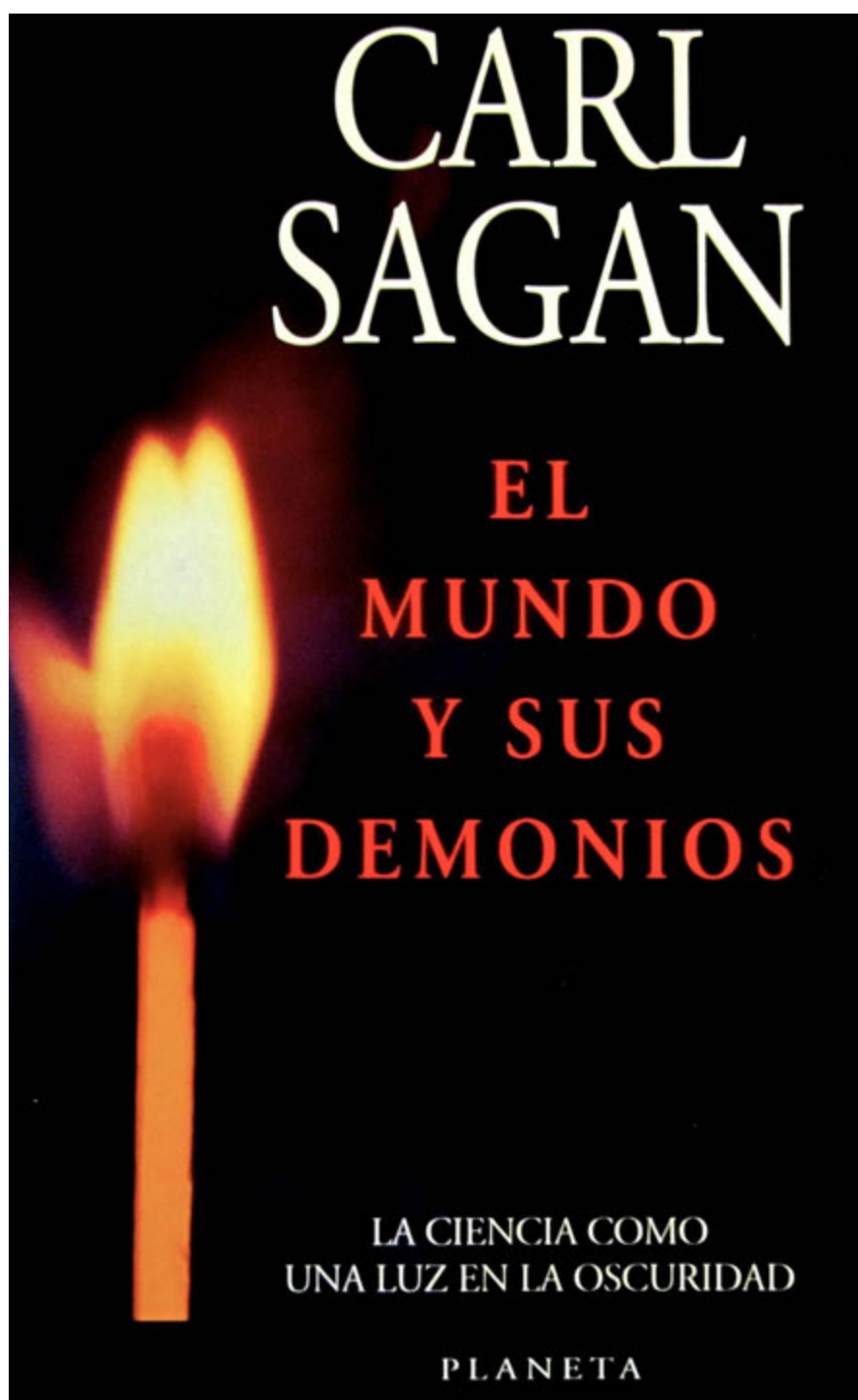
to, con "Los dragones del edén", recibió el premio Pulitzer en 1978 dentro de la categoría de obras de ámbito general y de no ficción), fue autor de una novela de ciencia ficción (Contacto) y fue escritor y narrador del programa de TV que lo lanzó a la fama: Cosmos, un viaje personal. En esta serie, Sagan describió con gran inspiración y sencillez varios temas científicos sobre física, biología, astronomía, astrofísica y cosmología, maravillando al público en general con interesantes descubrimientos de la época en dichos campos, y llevó a sus televidentes por un viaje imaginario a través del tiempo y del espacio para comprender el largo y sinuoso camino que ha recorrido la humanidad en la búsqueda de las respuestas a varios de los grandes misterios del universo.

La serie Cosmos, causó gran impresión y éxito de público, además, fue motivante para que muchos niños se acercaran a la ciencia o se dedicaran a ella posteriormente. Esta misma elegancia y sencillez que mostró Carl Sagan en su programa de TV para abordar temas científicos, también se ve plasmada en sus libros. Uno de ellos es "El mundo y sus demonios", o como se

conoce en inglés: The demon-haunted world.

Este libro fue uno de los últimos que escribió Carl Sagan. Su lectura resultante bastante amena, didáctica y muy interesante. En "El mundo y sus demonios", Carl Sagan, con un lenguaje sencillo, elegante y directo, explora el peligro que entraña en una sociedad alejarse de la ciencia y no practicar el escepticismo y el pensamiento crítico. Trata de mostrar como la credulidad, la predisposición emocional, los prejuicios, el pensamiento irracional, la falta de conocimiento y la ausencia de un método de comprobación de ideas, pueden ser la cuna de la superstición, las malas interpretaciones, las manipulaciones, los engaños y de la pseudociencia que pueden desembocar en costos políticos, sociales, físicos y económicos, entre otros.

Sagan plantea en su libro que para enfrentar esos "demonios", podemos usar a la ciencia y al método científico como una luz y una guía. Para ello, presenta de forma sencilla las herramientas básicas del pensamiento crítico y el método científico, como la comprobación independiente de los hechos, o la navaja de Occam (que nos dice que entre varias ideas igual de buenas para explicar los hechos, seleccionemos la más sencilla), y muestra como pueden ser usadas para



detectar ideas engañosas, poco racionales y sin fundamentos en la vida diaria. También proporciona los elementos que permiten detectar cuando las personas defienden ideas sin validez empleando la retórica o argumentos que aparentan ser lógicos, pero que no lo son.

Carl Sagan menciona que para aplicar dichas herramientas no se necesita ser un científico, sino practicar estas ideas con la actitud crítica correspondiente. Y lo explica mediante varios ejemplos en la vida diaria. Como lo menciona el autor, ¿quién no, al comprar un artículo, trata de verificar si las propiedades del producto son como las que describe el fabricante, antes de adquirirlo? Al proceder con la verificación independiente se empezaría a actuar con un pensamiento científico. Varios de los ejemplos también describen situaciones científicas en donde, por diferentes causas, el método científico no se aplicó como se debe, lo que dió lugar a errores que tarde o temprano terminaron por descubrirse. Carl Sagan también aprovecha estos ejemplos para señalar que la ciencia no está exenta de errores, pero que a diferencia de las pseudociencias y otras formas de pensar irracionales, el mismo método científico permite detectar y corregir de manera efectiva dichos errores, permitiendo su avance. Para jóvenes científicos, las situaciones que se describen y la descripción que se hace del método científico también puede servir para guiar sus propias investigaciones.

Con esta actitud crítica, Carl Sagan aborda el origen de varias pseudociencias, como la astrología, la percepción extrasensorial, los fantasmas y las visitas de seres extraterrestres a la tierra en ovnis, y muestra como estas ideas no resisten el rigor de la crítica y el método científico, y como la credulidad, entre otras razones, ha permitido la proliferación de los mismos. La idea de Carl Sagan es de encaminar a los lectores hacia la crítica y el uso del método científico de forma amena, empleando ejemplos en los temas anteriores y nos recuerda constantemente de que se debe ser siempre prudentes antes de aceptar una nueva idea.

También le agrega un toque personal a su libro, narrando experiencias propias que lo llevaron a involucrarse en la ciencia y que despertaron su interés y



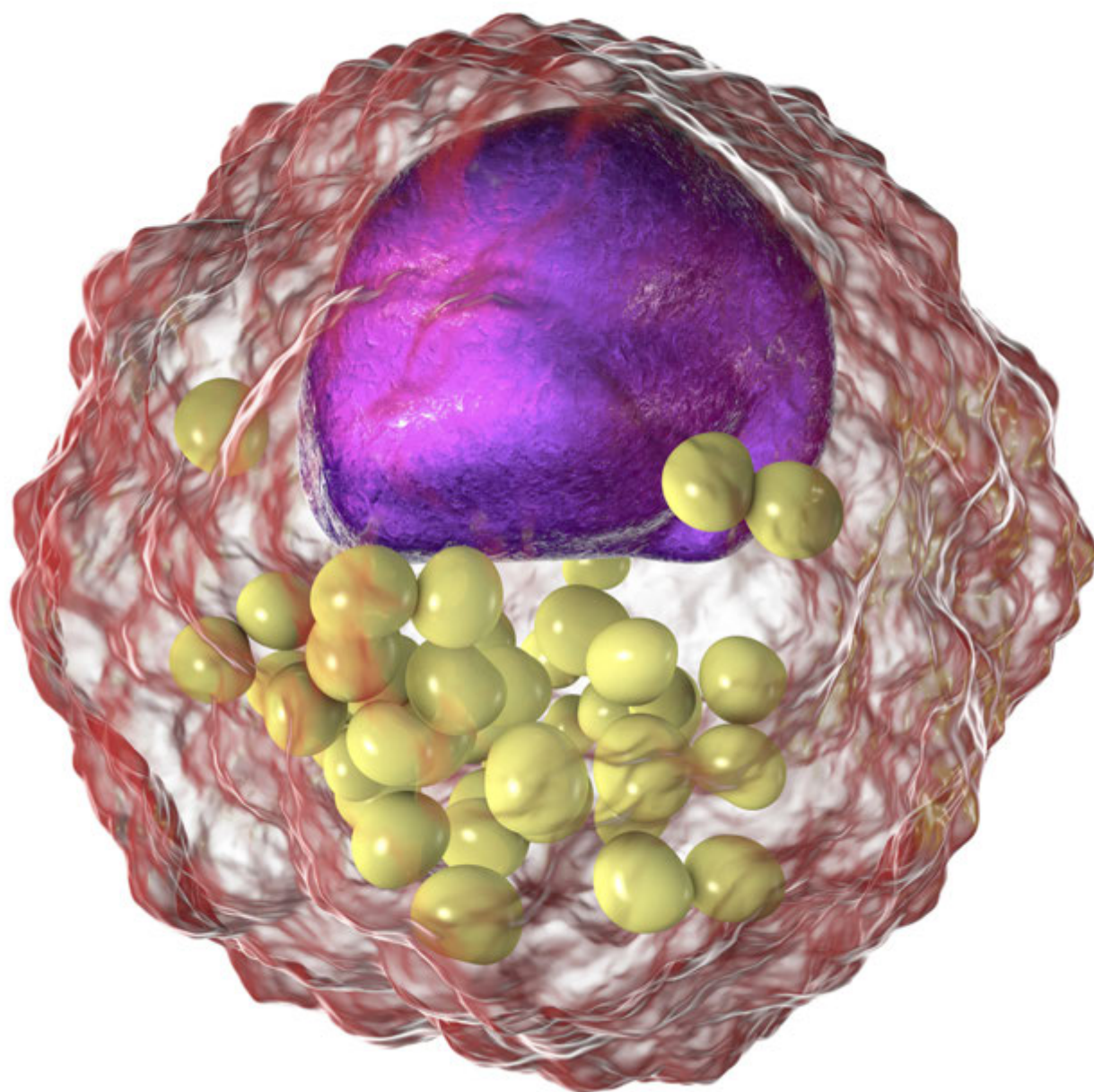
emoción por el universo y los fenómenos que nos rodean. También describe parte de sus experiencias en el campo de la divulgación científica. Por otra parte, expone algunas de las razones por las cuales la ciencia parece ser difícil para el público general y, en especial, por qué no se transmite de forma clara a los estudiantes. Como profesor de universidad, muchas de esas razones me parecieron también válidas para México y no sólo para los Estados Unidos.

La lectura del libro me pareció muy fascinante y realmente recomendable, no sólo para el público general, sino también a los jóvenes científicos y, ¿por qué no? a los colegas no tan jóvenes. Si no me cree, y desea comprobarlo, ya está comenzando a entender el método científico.

# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Citoesqueleto y tráfico vesicular

José Alberto Patiño Medina y Víctor Meza Carmen



*M.C. José Alberto Patiño Medina*, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Opción Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[jpatino@umich.mx](mailto:jpatino@umich.mx)

*D.C. Víctor Meza Carmen*, Profesor Investigador adscrito al Instituto de Investigaciones Químico Biológicas y jefe del Laboratorio de Diferenciación Celular, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[victor\\_meza@yahoo.com.mx](mailto:victor_meza@yahoo.com.mx)

¿Te has preguntado cómo es que cada componente que conforma a una célula llega a la ubicación correcta?

**P**ues lo hace como nosotros, cuando usamos el transporte público para llegar a nuestro destino, usamos un transporte que lleva una ruta en específico, guiándose por una avenida o por una carretera.

**El citoesqueleto celular conforma las carreteras de las células**

Al igual que en una ciudad con carreteras o avenidas organizadas, la célula cuenta con líneas

de transporte conocidas como microtúbulos y filamentos de actina. Estas líneas de transporte son largas cadenas hechas de las proteínas tubulina y actina respectivamente. Los microtúbulos y los filamentos de actina junto los filamentos intermedios conforman el citoesqueleto celular, que da forma y estructura a la célula, brinda líneas de comunicación dentro de la célula y es fundamental durante el ciclo celular. Las vesículas que son como los camiones de carga, es decir, el transporte, acarrean diferentes componentes de la célula como lípidos y proteínas de orgánulos y de la membrana plasmática, entre otros. Lo hacen, usando los microtúbulos y los filamentos de actina como líneas de transporte dentro de la célula. Las vesículas están compuestas de una bicapa de lípidos y proteínas que las recubren.

Dependiendo de la composición de las proteínas de cubierta en la vesícula, la célula controla hacia donde debe de dirigirse cada vesícula y con qué membrana deberá fusionarse. Es como si fuera un código que la guiará siempre al mismo destino final. Por otra parte, dependiendo de cuál línea de transporte use la célula, hay proteínas motoras que participan llevando la vesícula y su contenido consigo. Por ejemplo, si la vesícula usa los microtúbulos como línea de transporte, la proteína kinesina es la que lleva a la vesícula, mientras que si la vesícula usa los filamentos de actina, es la proteína miosina V quien lleva la vesícula.

Entonces, las vesículas pueden ser consideradas el transporte (combi, camión, metro, etc.) que usamos a diario para llegar a una ubicación concreta, en donde para el caso de la célula se transportan lípidos, proteínas estructurales o de secreción y

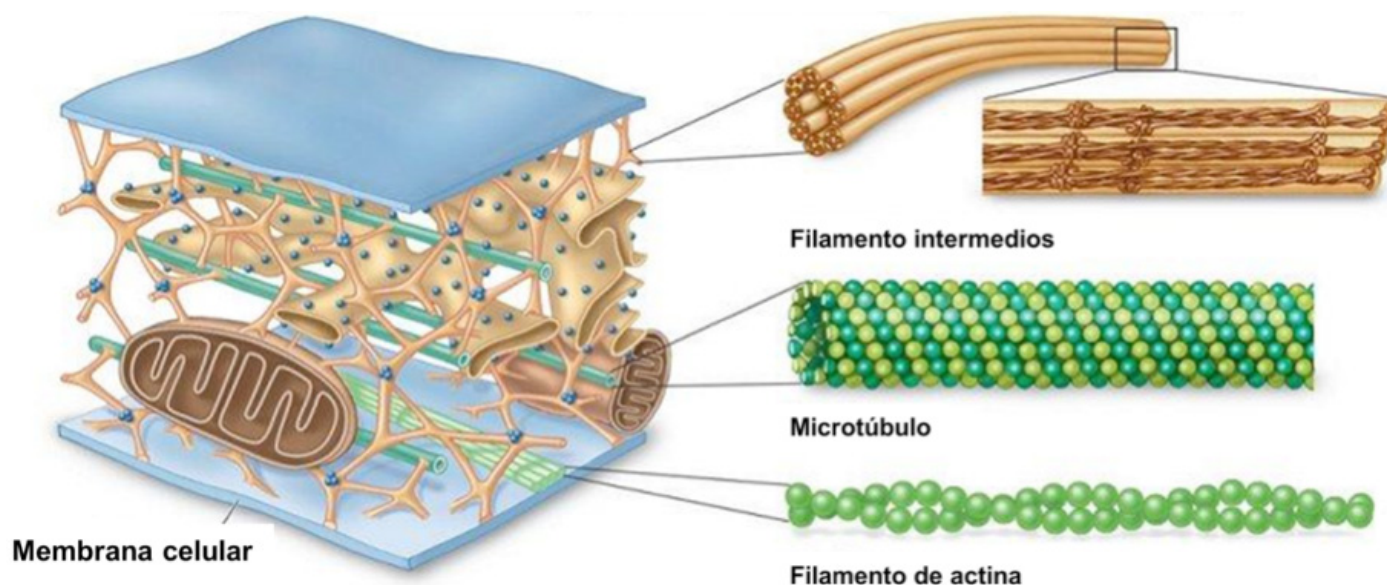
otras moléculas para llevar a cabo funciones como la comunicación, crecimiento, reproducción y diferenciación celular por mencionar algunas, mientras que los microtúbulos y los filamentos de actina son las carreteras de la célula.

### Un transporte muy eficaz

Generalmente el transporte que usamos para llegar a nuestra escuela, a nuestro trabajo o cuando deseamos regresar a casa, sigue una ruta, y este transporte la recorre varias veces en un día. En la célula es algo similar, sin embargo ¡no hay descanso! ya que siempre hay componentes que se están acarreando en vesículas, las cuales recorren los microtúbulos y los filamentos de actina una y otra vez en diferentes direcciones para que se lleve de forma adecuada el funcionamiento celular.

En la célula existen múltiples microtúbulos y filamentos de actina que conforman una gran red de carretera que comunican a la célula con todos sus componentes, que son altamente dinámicos, ya que pueden formarse y deformarse, dependiendo de las necesidades de la célula. Estas avenidas se forman para que una vesícula alcance una ubicación final, posteriormente el camino cambia de posición, rehaciéndose en una diferente ubicación, en donde las vesículas recorren este nuevo camino llegando a un destino nuevo. Este proceso altamente organizado y regulado se conoce como tráfico vesicular y es fundamental para que una célula pueda crecer, comunicarse y desarrollarse. No te lo imaginabas ¿verdad?

Durante el tráfico de vesículas, se acarrean moléculas necesarias para que la célula obtenga



Componentes del citoesqueleto celular Tomada y modificada de:  
<https://mariecuriesnews.wordpress.com/tag/citoesqueleto/>.

energía (nutrientes) y pueda funcionar correctamente, estas moléculas son incorporadas desde el exterior de la célula, proceso celular conocido como endocitosis. También se transportan moléculas que tienen que ser expulsadas de la célula, ya sea para llevar a cabo la comunicación célula-célula, obtener nutrientes por medio de enzimas o moléculas de secreción, o bien, porque son desechos que provocan que el ambiente celular se vuelva tóxico. En este caso el transporte es de dentro hacia fuera y se conoce como exocitosis.

Así, la endocitosis regula la composición de la membrana plasmática (lípidos y proteínas), controlando la forma en que la célula interactúa con su medio, ya que múltiples proteínas de la membrana plasmática son receptores que perciben una infinidad de estímulos, mientras que la exocitosis controla el tamaño de la célula, función y estructura de orgánulos, ya que mediante este mecanismo se transportan los componentes estructurales (lípidos y proteínas) de mitocondrias, lisosomas, aparato de Golgi, entre otros más y de la membrana plasmática.

### Endocitosis y Exocitosis

También existen procesos sofisticados que la célula ha desarrollado a lo largo del tiempo, como la endocitosis y exocitosis regulada. En ambos casos, es necesario que un estímulo específico sea

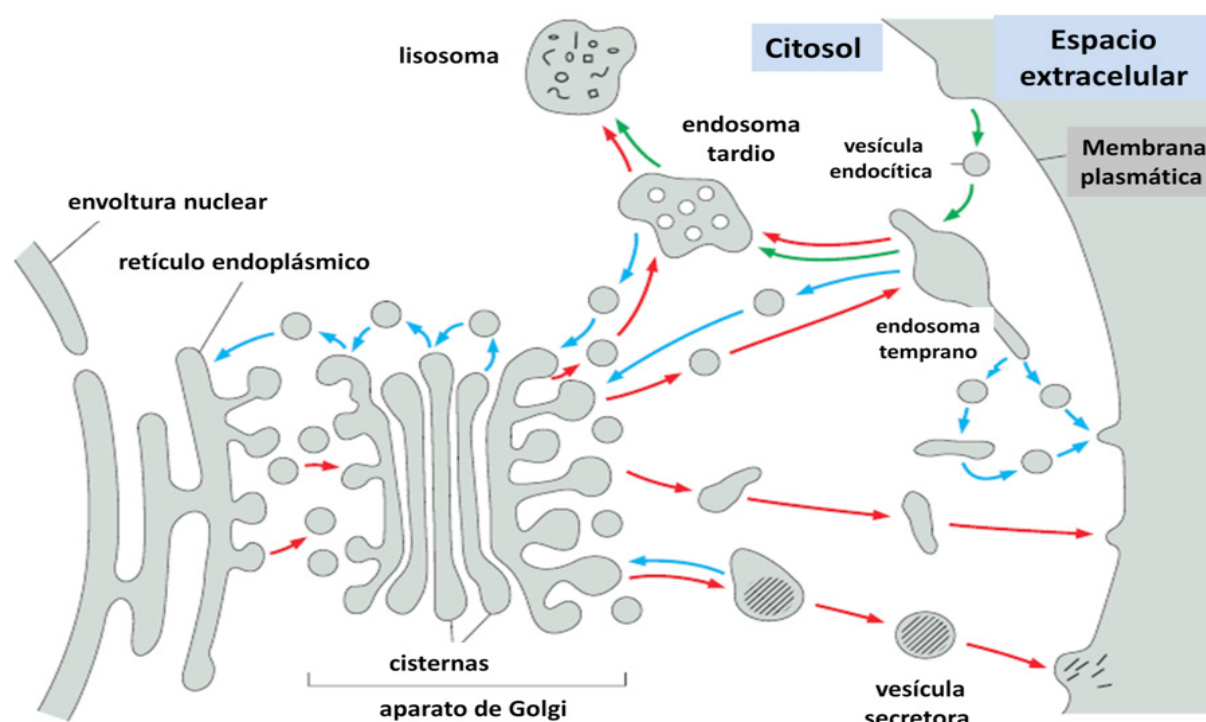
reconocido por la célula. Puede ser la presencia o concentración de dicho estímulo, el que provoque la activación de ambos procesos.

La endocitosis regulada controla procesos como la asimilación del colesterol (precursor de hormonas y componente de la membrana plasmática). El colesterol es internalizado a la célula cuando un receptor específico presente en la membrana plasmática percibe su presencia y de esta forma llevar a cabo su metabolismo en el interior de la célula (citósol).

Por otra parte, la exocitosis regulada controla procesos fundamentales como lo es la sinapsis neuronal. En este tipo de exocitosis, en específico se requiere que una señal química genere una corriente eléctrica en la célula emisora (presináptica) lo que causará que vesículas preformadas que contienen los neurotransmisores se fusionen con la membrana plasmática de la célula emisora y sean liberados al espacio exterior, posteriormente la célula receptora (postsináptica) mediante un receptor específico para dicho neurotransmisor presente en su membrana, percibirá la señal y se llevará a cabo la función celular mandada.

### ¿Qué pasa si hay un problema de tráfico en estas carreteras?

En nuestra vida cotidiana, cuando hay un problema en el tráfico vehicular podemos llegar tarde



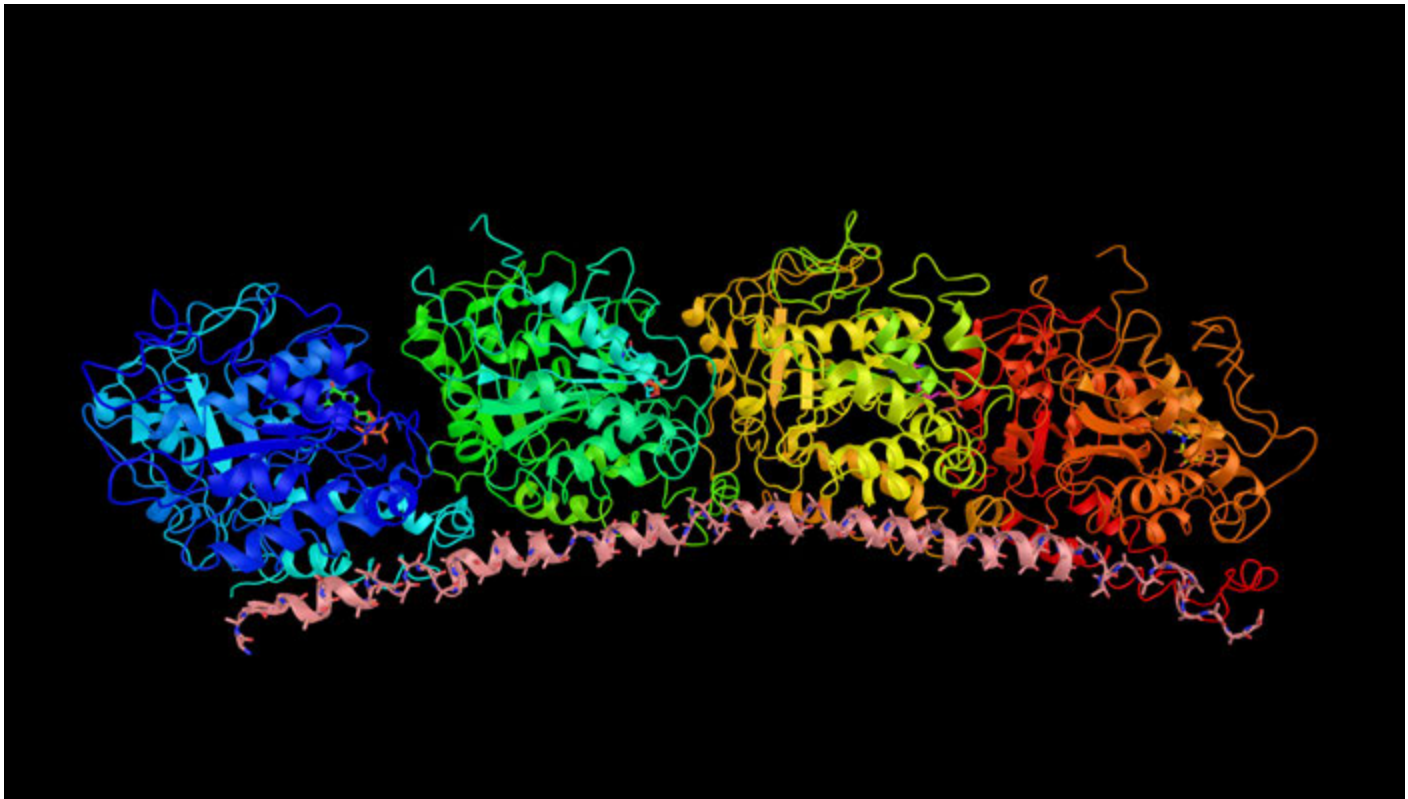
Tráfico vesicular. Se muestra el flujo de vesículas de una célula eucariota entre sus orgánulos y la membrana plasmática. En líneas verdes y azul claro se observa la endocitosis y en líneas rojas se observa la exocitosis (Tomada y modificada de Alberts, La Célula, sexta edición).



o no llegamos a nuestro destino, esto aparte de estresarnos nos causa un grave problema ya sea en la escuela o en nuestro trabajo. Esto puede ocurrir cuando hay un fallo en el tráfico, pero en el tráfico vesicular, lo que puede llevar a desarrollar múltiples enfermedades en humanos. Por ejemplo, en la actualidad se conocen cerca de 40 genes asociados a enfermedades renales hereditarias por defectos en la activación del tráfico vesicular o por la mutación de genes que participan en el proceso. La diabetes Insípida Nefrogénica (NDI, por sus siglas en inglés) es un desorden causado por la mutación de los genes AVPR2 o AQP2 (codifican al receptor tipo 2 de la vasopresina y a una acuaporina, respectivamente)

que causa un desbalance en la absorción de agua en las células renales. Las acuaporinas son colocadas en la membrana de las células renales mediante la fusión de vesículas que las transportan. Si la señal que activa su transporte no puede ser percibida o la acuaporina es defectuosa, se desarrollara la enfermedad.

El tráfico vesicular es altamente dinámico y es un proceso celular conservado en eucariotas, involucrado en múltiples funciones celulares. Las vesículas fluyen en diferentes direcciones dentro y fuera de la célula usando los microtúbulos y los filamentos de actina para alcanzar su destino final, permitiendo que la vida exista y se desarrolle.



Almeida F., Wolf J.M. y Casadevall A. (2015) Virulence-associated enzymes of *Cryptococcus neoformans*. *Eukaryotc Cell* 14: 1173–1185.

Bezanilla M., Gladfelter A.S., Kovar D.R. y Lee W.L. (2019) Cytoskeletal dynamics: A view from the membrane. *The Journal Of The Cell Biology* 209(3): 329-337.

Schaeffer C., Creatore A. y Rampoldi L. (2014) Protein trafficking defects in inherited kidney diseases.

*Nephrology Dialysis Transplantation* 29: iv33–iv44.

Wu L.G., Hamid E., Shin W. y Chiang H.Ch. (2014) Exocytosis and Endocytosis: Modes, Functions, and Coupling Mechanisms. *Annual Review of Physiology* 76: 301–331.

VIDEO: Ilustra de forma muy precisa como ocurre el tráfico vesicular en la célula, además de otros procesos celulares. [https://www.youtube.com/watch?v=B\\_zD-3NxSsD8](https://www.youtube.com/watch?v=B_zD-3NxSsD8)

## LA CIENCIA EN EL CINE

### Ad Astra

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.  
hcano1gz1@mac.com*

No se ustedes, pero yo frecuentemente me pregunto si estamos solo en el universo. Mi lado racional me dice que probablemente no, pero de existir vida fuera de la tierra, ésta tendrá características muy diferentes a nosotros o tal vez nunca nos enteraremos... Mi lado más emocional me lleva a pensar que allí afuera hay civilizaciones muy desarrolladas, que ya resolvieron los enormes problemas de contaminación, sobreexplotación de sus recursos naturales y desigualdad, y algún día nos encontraremos y nos enseñarán cómo le hicieron, para nosotros repetirlo aquí, en la tierra. Mi lado pesimista, por su parte, me dice que para fines prácticos estamos solos...



Todos nosotros hemos escuchado sobre visitantes extraterrestres. Naves y hasta seres de otras galaxias que vienen a la tierra y se dan la vuelta, ocultándose siempre a los habitantes de este planeta, para luego regresar a sus lugares de origen en sitios tan remotos que para llegar a nosotros tardaron mucho tiempo. Haciendo una analogía es como si yo volara a París desde la Ciudad de México y luego de 11 horas de vuelo, llegando a mi destino tomara de inmediato el vuelo de retorno ¿entonces para que fui? cualquiera se preguntaría. Para mirar por mi mismo, diría alguien. Pero en ese viaje tan extraño e inútil no vi nada y mirar unos minutos o segundos una cultura, un ambiente, no me da nada de información...

Si a esta conducta extraña a todo viajero le agregamos otras dimensiones, tales como el tiempo y las dificultades técnicas, entonces esas "visitas" resultan del todo incomprensibles para mí...

Ahora imaginaremos un hipotético vuelo interestelar. Pero no es el típico vuelo que sale en las películas de marcianitos simpáticos, tipo Guerra de las Galaxias, en dónde las naves "viajan" a la velocidad de la luz y llegan en minutos a planetas que están a ...varios años luz de distancia. La idea es ceñirse a las reglas de la física. Y olvidemos de una vez que hay naves que se muevan por encima de la velocidad de la luz, o que utilizan atajos como agujeros de gusano o los famosos agujeros negros, pues tales recursos no existen fuera de ciertas especulaciones...

¿Cómo sería ese viaje? Cuando escuchamos las historias de los avistamientos en nuestro planeta de supuestos viajes extraterrestres ¿imaginamos las dificultades que éstos entrañan? ¿nos damos cuenta de lo absurdo que una nave sorteando estas dificultades se nos aparezca por unos segundos para luego regresar a su origen? ¿entendemos por

que películas como la saga de la Guerra de las Galaxias no es más que simple fantasía, sin vínculo alguno con la ciencia?

Porque para moverse en el universo no bastan las salidas fáciles. Si una estrella está a 12 años luz y en el muy remoto caso de que pudiésemos movernos a esa velocidad, de todas maneras, tardaríamos 12 años... Pero mantener a una tripulación 12 años no es cualquier cosa, ¿qué tipo de nave puede con esto?

Y si no tenemos posibilidades de acercarnos a la velocidad de la luz y sólo podemos movernos a un 10%, ¿cuáles serían las dimensiones de una nave para soportar la vida de una tripulación durante cientos de años? Por que 12 años luz de distancia son una enormidad... es decir la distancia recorrida por la luz en 12 años, ¡viajando a 300,000 km por segundo... Uff!

Creo que mi lado pesimista está ganando. Para fines prácticos, decía, estamos solos en el universo. Pero olvidémonos de viajar a otras galaxias. Vamos a movernos por el vecindario: el sistema solar.

En 1977, la NASA lanzó al espacio la Voyager I, una pequeña sonda robótica de apenas 722 kilos. Este artefacto es muy rápido para los estándares de la tierra, se mueve a la asombrosa velocidad de 17 km/s, es decir 61,200 km/h (muy lejos aun de los 300,000 km/s de la luz o 1080 millones de kilómetros por hora). Aun a esa velocidad, en 43 años ha recorrido "apenas" 21.000 millones de kilómetros de la Tierra, encontrándose apenas "a punto" de abandonar la zona de influencia del Sol, la llamada heliosfera. Se calcula que para 2030, la nave se quedará sin energía y continuará viajando en el espacio interestelar...

¿Se imaginan si en esa nave se hubieran trepado humanos? Hace unos días me decía un inves-

tigador en rayos cósmicos que requeriríamos un salto tecnológico enorme para lograr viajar con cierta seguridad por nuestro vecindario del sistema solar, soportando la radiación y resolviendo cuestiones básicas para la supervivencia que en la actualidad estamos incapacitados. Para ponerlo en contexto, para llegar a Marte a la capacidad técnica actual se requieren 150 días, en los que habría que dar de comer a la tripulación, eliminar desechos, producir gases vitales, agua y claro, la energía requerida para mantener y mover una nave necesariamente mayor que la Voyager.

Pero soñemos un poco...después de todo, la ciencia ficción intenta reflexionar acerca de nuestras posibilidades presentes, aun cuando las disfraza de futuro. Y la película de hoy, lo hace y para mi juicio, muy bien. Se trata de *Ad Astra*: hacia las estrellas, película de James Gray (USA, 2019).

*Ad Astra* cuenta la historia del astronauta Roy McBride (representado por Brad Pitt) que es enviado en una misión hasta los confines del Sistema Solar para investigar unos extraños ataques que la Tierra está recibiendo y parecen venir de algún lugar de los planetas exteriores.

El padre de Roy, un astronauta de gran prestigio -el que llegó más lejos-, fue enviado a estos lugares cuando él era apenas un niño, en una misión que buscaba obtener señales de vida inteligente en el universo. La misión fracasó y el padre murió en la misma. O eso es lo que todo mundo cree, pues ahora parece que un eloquecido McBride Sr. (Clifford McBride, representado por Tommy Lee Jones) es quien parece estar detrás de estas agresiones...

La misión de Roy, más allá de sus objetivos técnicos, pretende usar la relación filial para detener una locura que puede conducir a la destrucción de nuestro planeta. Para Roy, sin embargo, es la búsqueda del padre ausente, la comprensión del abandono en aras del "conocimiento" y un ajuste de cuentas con su propio origen.

La película se alimenta de varias historias contadas antes y que plantean el viaje para enfrentar al padre, así sea simbólico, como en el *Corazón de las Tinieblas*, de Joseph Conrad que nos cuenta el viaje a la oscuridad para encontrar a Kurtz. Andrei Tarkovski lo plasmó en la impresionante *Solaris* y Stanislaw Lem hizo lo propio en *Retorno de la Estrella*: la búsqueda del padre. En *Ad Astra*, como en las historias mencionadas, éste resulta frío, racional al

extremo o definitivamente enloquecido. Una suerte de ¡no te abandoné, simplemente había objetivos más importantes...!

El padre de Roy McBride está buscando señales de vida inteligente y en ello sacrificó todo: su familia, su comodidad y por supuesto, su propia vida, entonces ¿por qué se vuelve ahora contra nosotros, sus hijos?

Buscar vida fuera de la tierra puede ser la misión más esperanzadora de la humanidad, sin embargo, al menos por ahora, resulta más una cuestión de fé, a pesar de que muchos científicos, modestamente yo mismo, suponemos que la naturaleza de la vida, su composición y las leyes que la gobiernan son realmente sencillas. Por otro lado, el universo es tan vasto, y los ladrillos que nos componen, tan abundantes, que es posible, casi seguro, que exista vida, en alguna forma: ¡qué no estamos solos!

No quiero contar detalles, pero mucho me temo que estamos ante un film muy pesimista, que logra mostrar más nuestra soledad en el universo... porque a pesar de todas las esperanzas, si hay vida en el universo, ¿dónde está?



# EXPERIMENTA

## Un colorante que cambia de color

Rafael Salgado Garciglia

Ahora haremos un experimento muy sencillo para ver los cambios de color en una solución de colorante obtenido de la col morada.

### MATERIALES

1 parte de col morada  
1 rallador  
1 cuchara sopera  
2 cucharas pequeñas  
1 limón  
Bicarbonato de sodio  
Leche  
Alcohol  
3 vasos transparentes



Ralla finamente la col morada y vierte una cucharada en cada uno de los vasos, agrega 4 cucharadas de alcohol o hasta que cubra completamente la col rayada. Tapa y deja reposar por una hora hasta que veas el colorante color violeta, finalmente con la cuchara desecha los restos de la col y deja solo el colorante y vierte tres volúmenes iguales en los vasos. Para que éste cambie de color, escoge uno de los vasos y agrégale gotas de limón pausadamente, empezarás a ver cambios de color que pasan por el rojo hasta un rosa brillante. A otro vaso, añade bicarbonato de sodio, que a veces tenemos en la cocina al que llamamos polvo de hornear, poco a poco con apoyo de la cuchara pequeña, el cambio de color ahora será en tonos azul, verde o hasta amarillo. Al tercer vaso, con otra cuchara pequeña, agrégale unas gotas de leche y observa lo que ocurre. ¿interesante verdad? Pero ¿Cómo explicamos estos cambios?

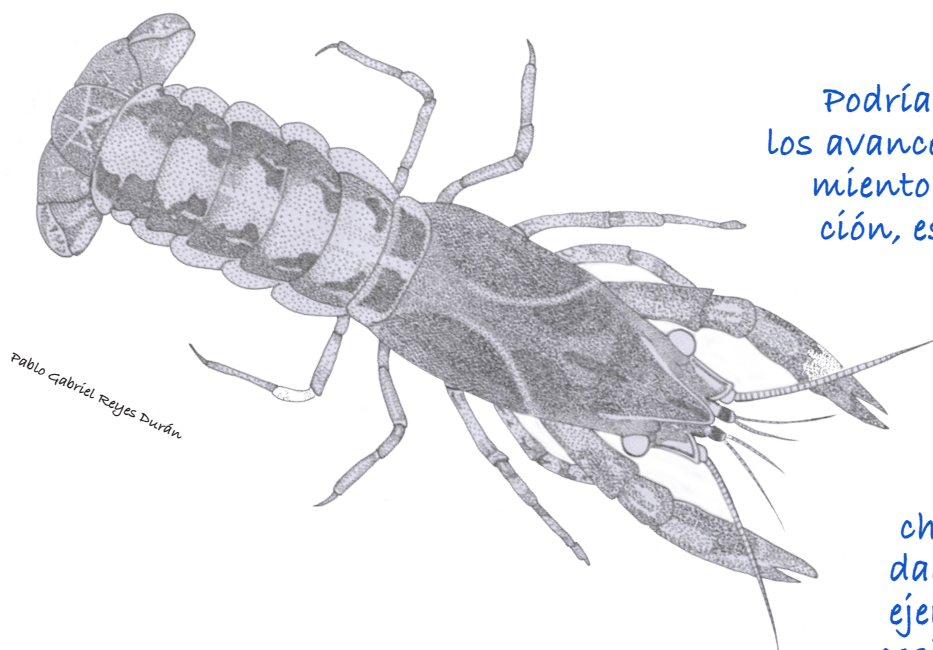
Como el jugo de limón es ácido porque contiene ácido ascórbico o vitamina C, cuando está en contacto con el colorante disuelto en alcohol, disminuye el potencial de hidrógeno (pH) a valores menores a 7, tornando colores de azul/violeta a rojo, produciendo una solución ácida. En el vaso que añadiste el bicarbonato de sodio, el cambio de color se debe a que este compuesto es una base, que provoca en el colorante un aumento en el pH ( $>7$ ), formando una solución básica o alcalina. Cuando se agrega una sustancia como la leche y no se observa un cambio en el color, a éstas se le llaman neutras porque no tienen la propiedad de cambiar el pH y por eso, el color se mantiene.

Entonces, el colorante en solución obtenido de la col morada sirve como indicadora de pH y nos ayuda a determinar si se trata de sustancias ácidas, básicas o neutras, las que añadimos al colorante. Ahora también puedes probar con otras sustancias como jugo de jitomate, de manzana, vinagre o refresco de cola, y comprueba con el cambio de color si dichas sustancias son ácidas, básicas o neutras.



## La ilustración científica

Pablo Gabriel Reyes Durán y Erandi Monroy Hernández

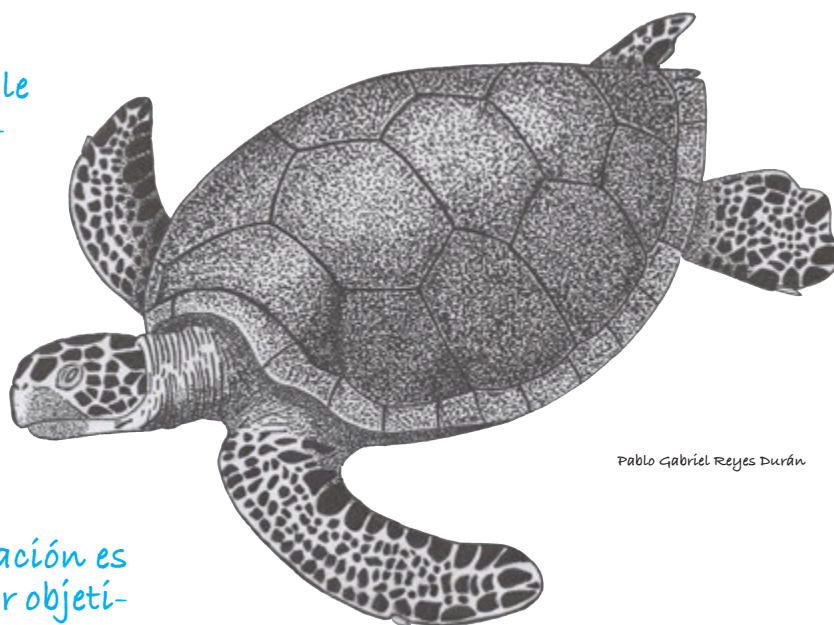


Podríamos pensar que, con todos los avances tecnológicos para el tratamiento de las imágenes, la ilustración, es "un arte decadente", incluso obsoleto.

En una época de explosión del naturalismo y ante la carencia de fotografía, cine o esos inventos que vinieron muchos años después, la capacidad de dibujar, de ilustrar los ejemplares (sobre todo biológicos) que se iban descubriendo,

era una cualidad indispensable que sin embargo, era muy susceptible a la comisión de errores, sobre todo por el ilustrador no científico.

Nada más lejos de la realidad, la ilustración científica se define como una disciplina mediante la cual se traza un puente entre el arte y la ciencia, puente que nunca debió ser roto... La ilustración es una disciplina que puede aportar objeti-



vidad, ordenar y representar iconográficamente estructuras y objetos de interés para la ciencia, además de aportar elementos artísticos que convocan emociones cuando la comunicación científica tiene un público no especializado.

Pero la ilustración científica no está separada de la ciencia misma y requiere rigor y conocimiento para cumplir a cabalidad su objetivo"

