

# sabermás

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



Año 10 / No. 58 julio- agosto/ 2021  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



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

# CONTENIDO



Ana Paula Barajas Pérez  
*paula.ana.bapa@gmail.com*  
*Instagram: @\_pauletina*

Isabela Ferreira Martínez  
*isa.ferreira.mtz@gmail.com*  
*Instagram: @isa...ferreira*

Ambas estudiantes de Artes Visuales de la Facultad Popular de Bellas Artes  
Universidad Michacana de San Nicolás de Hidalgo

## La ciudad de Morelia entre inundaciones y fallas geológicas: Impacto social

36

<b>ARTÍCULOS</b>	Monitoreando terremotos en una zona del centro de México	15
	Plantas y humanos: Más similares de lo que crees	20
	Síndrome de fatiga crónica durante la diabetes	24
	¿Coágulos en COVID-19?	27
	¿Por qué la gestación subrogada no es ética?	31
	Nanopartículas microbicidas	44
	Recubrimientos biológicos en la conservación de frutos	48
	Nanocápsulas: Su uso nutracéutico	52
	El socialismo de Albert Einstein	56
	Todos necesitamos de mamá, ¿y papá?	63
Empoderamiento de las TIC en la docencia ante la pandemia COVID-19	68	



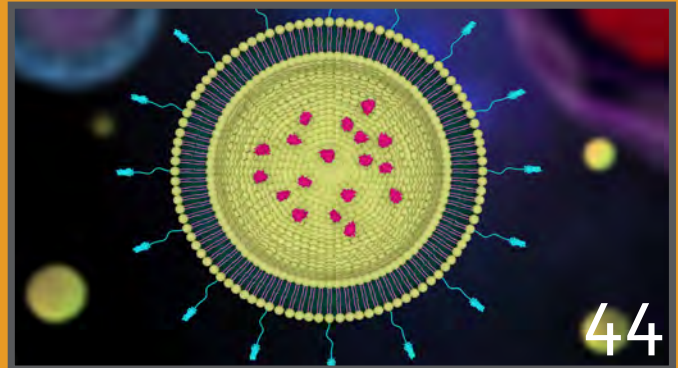
15



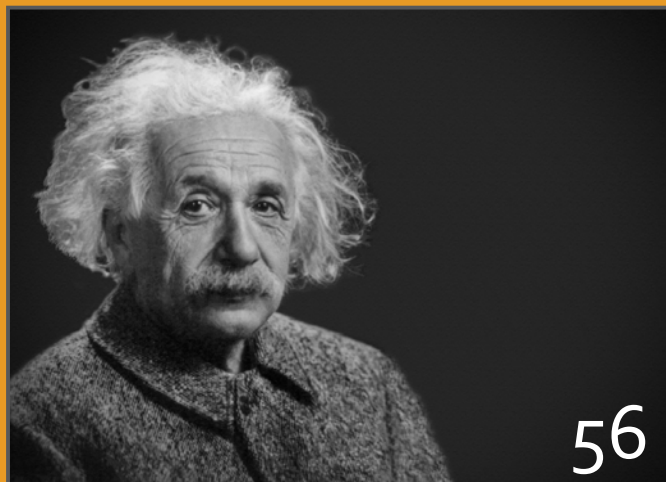
24



31



44



56



68

**ENTÉRATE**

- Medalla de la División de Partículas y Campos 2020 6
- Cátedra Karl G. Jansky 8
- El fármaco masitinib en puerta contra SARS-CoV-2 9

**TECNOLOGÍA**

- Biorreactores: Protagonistas de los bioprocesos 71

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

- ¡Culpable!: Dejó palabras en la escena del crimen 76

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

- El derecho humano a un ambiente sano 80

**LA CIENCIA EN EL CINE**

- Biohackers 83

**EXPERIMENTA**

- ¡Vamos a fabricar una brújula! 90

**INFOGRAFÍA**

- 5 consejos para un aula saludable 91



**Entrevista al Dr. Isaac González Santoyo**

Investigador Titular en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

10

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

## Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

## Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

## Secretaría 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 10, No. 58, julio - agosto, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [sabermas.publicaciones@umich.mx](mailto:sabermas.publicaciones@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, 30 de agosto de 2021.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

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

## Editor

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

## Comité Editorial

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

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

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

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

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

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

## Diseño y Edición

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

## Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

**S**eguimos en contingencia sanitaria, lo cual implica que las medidas de protección aun están vigentes. Es cierto que las vacunas hicieron esta tercera ola «un poco más llevadera», disminuyendo los casos graves y desde luego, las muertes. Pero no debemos bajar la guardia, esta pandemia es un recordatorio amargo de lo vulnerable que podemos ser ante fenómenos de la naturaleza. Así que a seguir cuidándonos.

Pero no solo somos vulnerables a los factores biológicos, quizás el Covid-19 por un momento nos ha distraído sobre otros fenómenos que constituyen amenazas para nuestra integridad, patrimonio y bienestar. Nuestro artículo de portada, si bien se refiere a la ciudad de Morelia, en realidad ejemplifica como las inundaciones, las fallas geológicas y otros factores naturales pueden constituirse en un problema, sobre todo en su dimensión social, con el crecimiento urbano no planificado y el incumplimiento de las normas de construcción.

De igual manera tenemos un artículo sobre la vigilancia de terremotos en el centro del país. Para nadie es un secreto que vivimos en una tierra de «temblores». La posición del territorio que ahora ocupa México, lo sitúa en la zona de encuentro de varias placas tectónicas, la presencia de muchas fallas geológicas y la constante actividad volcánica, de manera que, si algo hay seguro en nuestro país,

es que va a «temblar». Eso hace obligatoria la medición y vigilancia de la actividad sísmica.

En fin, tenemos un gran contenido para todos los gustos e intereses en cuanto a ciencia. Un artículo en particular les quiero recomendar, aquel que habla de las similitudes entre humanos y plantas. Podríamos pensar que nada es más diferente, sin embargo, al leerlo te vas a sorprender.

Hemos aumentado el número de colaboraciones para sacar más rápido los artículos que nuestros contribuyentes nos hacen el favor de enviarnos. Eso nos encanta, pero son tantos que estamos tardando en publicarlos. Por ello tomamos la decisión editorial de aumentar de 10 a 13 en cada número, además de las secciones fijas como la entrevista, una probada de ciencia, cine y ciencia, tecnología y mucho contenido más, que se complementa con una intensa actividad en redes sociales, radio y múltiples canales que *Saber Más* tiene para comunicar la ciencia a todas las personas interesadas en este fascinante mundo.

Acompáñanos, mientras te sigues cuidando de la pandemia. Cada día la ciencia hace más próximo el final.

*Dr. Horacio Cano Camacho*  
Editor



## ENTÉRATE

### Medalla de la División de Partículas y Campos 2020

\*Juan Carlos Arteaga Velázquez



La Medalla de la División de Partículas y Campos de la Sociedad Mexicana de Física correspondiente al año 2020, fue otorgada al Dr. Adnan Bashir del Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) durante la XXXV Reunión Anual de la División, llevada a cabo de forma virtual del 11 al 13 de Mayo de 2021. El Dr. Bashir fue condecorado con este galardón gracias a sus destacados traba-

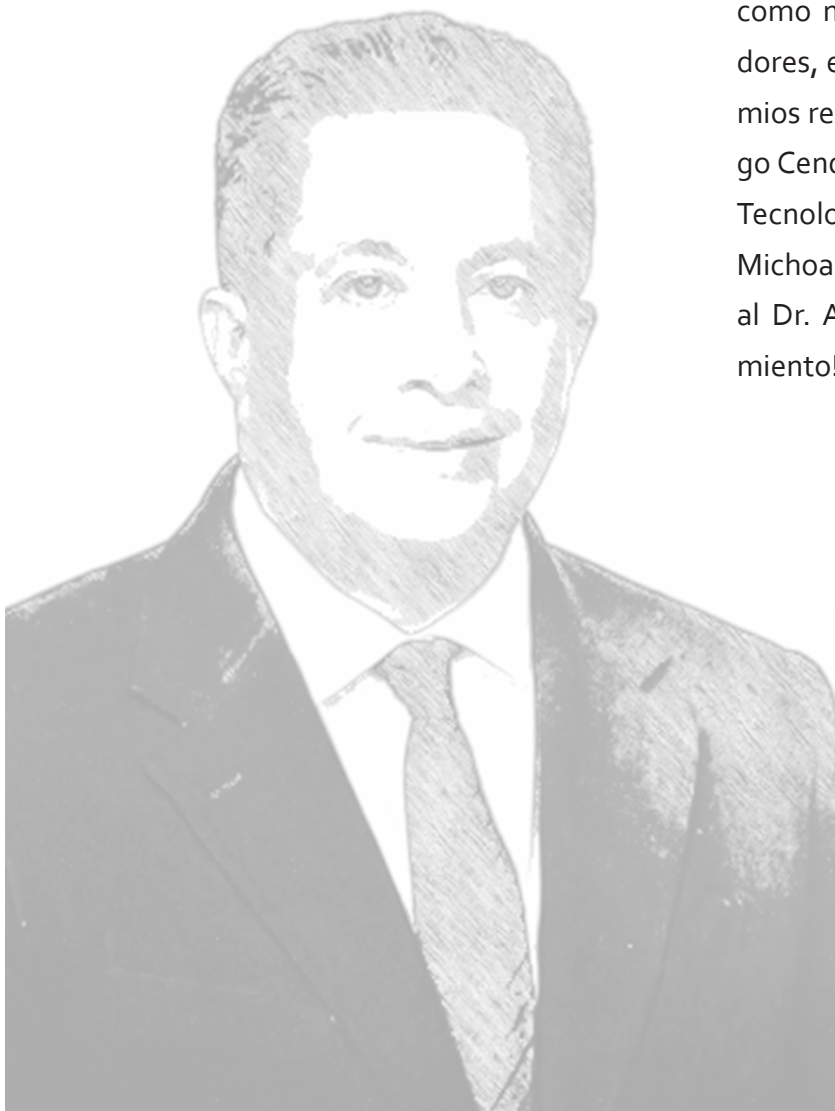
jos de investigación en la física de altas energías, reconocidos a nivel internacional, así como por su notable contribución al desarrollo de la física de partículas en México.

El Dr. Adnan Bashir nació en 1967 en Lahore, Pakistán, y obtuvo el doctorado en física de partículas elementales en la Universidad de Durham, Inglaterra, en 1995. Desde 1998, es miembro del Instituto de Física y Matemáticas de la UMSNH,

donde actualmente es Profesor-Investigador Titular C. Su trabajo de investigación se ha enfocado a la investigación del comportamiento de las partículas elementales conocidas como quarks y gluones, así como a las propiedades de las partículas formadas por ellas, llamadas hadrones. Como ejemplo de hadrones encontramos los protones y los neutrones, de los cuales están hechos los átomos. El comportamiento de los quarks y gluones dentro de los hadrones y su relación con las propiedades de estos, es difícil de comprender debido a que las ecuaciones que gobiernan estos fenómenos (una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, la fuerza fuerte) no pueden resolverse de manera exacta. El Dr. Bashir ha utilizado aproximaciones mediante herramientas matemáticas conocidas como Ecuaciones de Schwinger-Dyson. Varios de sus estudios han permitido explicar diferentes resultados experimentales sobre hadrones obtenidos en laboratorios de física de partículas

como SELEX, FOCUS, Jefferson Lab, Babar, Belle, BES III, Belle II, LHCb y, recientemente, del Fermilab. Otros de sus resultados aún esperan confirmación experimental y se pondrán a prueba próximamente en diferentes laboratorios.

Durante esta aventura, el Dr. Bashir ha logrado formar un grupo de trabajo en México al que se han unido diversos estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado, postdoctorado y profesores. A su vez, ha colaborado con cerca de 60 investigadores internacionales de 15 países. También ha impulsado la formación de nuevas generaciones de estudiantes de física de partículas en México, por ejemplo, dirigiendo tesis de licenciatura y posgrado, apoyando estancias de estudiantes en laboratorios de física de partículas en el extranjero, e instituyendo la Escuela de Física Fundamental, la cual se lleva a cabo anualmente en México y Centroamérica. Gracias a estas labores de investigación y formación de estudiantes, ha recibido diferentes reconocimientos, uno de ellos el nombramiento como nivel III del Sistema Nacional de Investigadores, el cual ostenta desde el 2012. Entre los premios recibidos se encuentran el Premio Dr. Santiago Cendejas Huerta y el Premio Estatal de Ciencia, Tecnología, Vinculación y Difusión del Estado de Michoacán, ambos otorgados en 2015. ¡Felicidades al Dr. Adnan Bashir por este merecido reconocimiento! Enhorabuena.



\* Profesor e Investigador del Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

# ENTÉRATE

## Cátedra Karl G. Jansky



Cátedra Karl G. Jansky es otorgada al Dr. Luis Felipe Rodríguez (IRyA, UNAM, Campus Morelia)

La Cátedra Karl G. Jansky es nombrada en honor a este investigador que en 1932 detectó por primera vez ondas de radio de una fuente cósmica. Su descubrimiento de señales de radio de la región central de nuestra Vía Láctea, dieron inicio a la ciencia de la radioastronomía. Este reconocimiento fue otorgado por primera vez en 1966 y es asistido por el Observatorio Nacional de Radioastronomía (NRAO) y el Consorcio de Universidades Asociadas (AUI) de los Estados Unidos. La prestigiosa cátedra se otorga cada año a individuos con contribuciones sobresalientes para el avance de la radioastronomía.

Este año fue otorgada al Dr. Luis Felipe Rodríguez Jorge, Investigador Emérito del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA) de la UNAM, Campus Morelia, por sus contribuciones significativas al entendimiento de la formación estelar y los sistemas binarios que emiten rayos X, por su distinguida carrera como educador y divulgador de la astronomía, y por su mentiría a una generación de

radioastrónomos y radioastrónomas.

El Dr. Luis Felipe Rodríguez Jorge es reconocido como el iniciador en México de la radioastronomía. Su investigación versa principalmente sobre el nacimiento y juventud de las estrellas y sobre las fuentes galácticas de rayos X. Entre sus aportaciones se cuentan el descubrimiento de los flujos bipolares en estrellas jóvenes, la elucidación del mecanismo que excita a los objetos Herbig-Haro, y la detección de discos protoplanetarios en estrellas jóvenes. Asimismo, el Dr. Rodríguez fue el primer científico en medir la masa de Sagitario A, una estructura muy compacta y brillante ubicada en el centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, que tiene un agujero negro supermasivo.

El Dr. Luis Felipe Rodríguez Jorge ingresó a El Colegio Nacional de México el 24 de febrero de 2000 y, desde 2010, es Investigador Emérito y Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional Autónoma de México por su meritoria trayectoria científica.



# ENTÉRATE

## El fármaco masitinib en puerta contra SARS-CoV-2



**D**urante la pandemia de COVID-19 se han realizado miles de investigaciones dirigidas a la búsqueda de fármacos clínicamente seguros contra el coronavirus SARS-CoV-2, a la vez que se han estudiado miles de compuestos potenciales. Recientemente, la Revista *Science* (<https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abg5827>) publicó que los científicos Nir Drayman y Savaş Tay —ambos de la Escuela Pritzker de Ingeniería Molecular de la Universidad de Chicago, Estados Unidos de América y quienes dirigen a un gran grupo de investigadores—, examinaron 1900 fármacos clínicamente seguros y probados contra un coronavirus que causa el resfriado común en humanos. Sobre la efectividad de estos fármacos contra SARS-CoV-2, encontraron que al menos veinte de ellos inhibieron de manera significativa la replicación de ambos virus, utilizando el cultivo *in vitro* de células humanas. Ocho de estos fármacos inhibieron la actividad de la proteasa principal del SARS-CoV-2, 3CLpro,

seleccionando al masitinib como el inhibidor más efectivo. Mpro o 3CLpro es la principal proteasa viral que juega un papel clave en el proceso de infección de SARS-CoV-2, lo que la convierte en un importante objetivo farmacológico.

Otros estudios realizados mediante cristalografía y la bioquímica de rayos X, mostraron que el masitinib actúa como un inhibidor competitivo de 3CLpro. Además, se confirmó la efectividad de este fármaco con la administración oral en ratones infectados con SARS-CoV-2, observando una fuerte reducción de la infección viral, así como una reducción de la inflamación pulmonar.

El masitinib también es eficaz contra diversas variantes probadas, pero como todos los fármacos reportados con una alta efectividad por inhibir la replicación de SARS-CoV-2, continúa bajo experimentación, siguiendo las fases de prueba en humanos para determinar su potencial uso.

## ENTREVISTA

Dr. Isaac González Santoyo

Por: Horacio Cano Camacho



**E**l Dr. Isaac González Santoyo es Investigador Titular de la Facultad de Psicología en la UNAM donde es responsable del laboratorio de Neuroecología Cognitiva. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Es biólogo por la UMSNH y Doctor en Ciencias Biomédicas por la UNAM. Cuenta con un postdoctorado en el departamento de Antropología de la Universidad Estatal de Pensilvania, y otro en el departamento de Psicología experimental de la Facultad de Psicología-UNAM. Sus líneas de investigación son la Ecoinmunología y la Ecología de la conducta humana, y el estudio de la microbiota intestinal humana y su relación con las funciones cerebrales. Cuenta con más de 25 publicaciones internacionales en revistas indizadas con alto factor de impacto y editor de un libro para Oxford University Press. Entre sus

reconocimientos se encuentran el Premio Estatal Juvenil en Ciencia y Tecnología por el estado de Michoacán en 2012, así como un reconocimiento a una de sus publicaciones internacionales, la cual ha sido la más citada en los últimos tres años de la revista, recibiendo más de 400 citas internacionales desde su publicación.

Dr. González, gracias por aceptar esta charla con *Saber Más*.

**Usted trabaja en el área de Neuroecología Cognitiva, que no deja de sonar a algo muy complejo y nuevo. ¿Podría explicarnos brevemente de qué se trata?**

Es un área que integra el conocimiento de la ecología y la evolución para estudiar la conducta

animal y los mecanismos del sistema nervioso que la promueven. La Neuroecología propone que la conducta animal es la respuesta a las condiciones ecológicas que los animales (incluyendo al humano) enfrentan durante su ciclo de vida, y durante su historia evolutiva como especie. Desde este enfoque, el sistema nervioso se considera como una herramienta que censa las distintas señales ambientales y dirige al individuo hacia una conducta que considere los costos y beneficios de realizarla, esto, en términos fisiológicos, de supervivencia o de reproducción. Por ende, para la Neuroecología, una de las funciones más importantes del sistema nervioso es la de predecir el entorno ecológico, muchas veces mediante el aprendizaje.

**Indudablemente, el microbioma tiene implicaciones muy complejas sobre la salud humana (y animal), ¿cómo llegó a esta área?**

Desde hace seis años he trabajado con comunidades indígenas del estado de Guerrero, particularmente con el grupo Me'phaa. Aquí, he explorado como sus condiciones ecológicas y prácticas socio culturales moldean distintos componentes fisioló-

gicos que influyen sobre la conducta, tales como las hormonas sexuales o distintos marcadores inmunes. Mi pregunta más importante con estos estudios era entender cómo nuestros estilos de vida modernos están modificando nuestra evolución como especie. No obstante, después de leer un artículo sobre el microbioma intestinal, cómo se adquiría y cuáles eran sus posibles funciones en los organismos, me maravillé con el tema y comencé a explorarlo en estas comunidades Me'phaa, haciendo comparaciones con otras poblaciones con distintos estilos de vida, tales como las que encontramos en las grandes ciudades.

**¿Podríamos pensar que algún día el tratamiento de algunas enfermedades pase por «equilibrar» o restaurar su microbiota?**

Es totalmente viable, y de hecho, es uno de los objetivos cada vez más cercanos del estudio aplicado del microbioma intestinal. Me atrevería a decir que es uno de los retos más importantes de la medicina moderna, y de lograrse, tendrá muchas repercusiones favorables en la salud humana, sobre todo en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles.



Últimamente han surgido diversas tendencias nutricionales que apelan a «regresar a dietas más naturales», pretendiendo que comamos como los habitantes de la prehistoria. ¿Cómo ve estas ideas? ¿No sería mejor «regresar» a dietas más parecidas a la alimentación tradicional mexicana, digamos más diversa y menos procesada?

Es una excelente pregunta. Como no tenemos una máquina del tiempo, es difícil conocer exactamente cuál era nuestra dieta de hace 150,000 años, y menos aún, si esta dieta es la que necesitamos actualmente. Lo que sí sabemos es que, durante los últimos 130 años de historia humana, hemos abusado de distintas prácticas que afectan a nuestro microbioma. El uso de azúcares y harinas refinadas, edulcorantes artificiales, uso excesivo de sal, aditivos, conservadores, etc. Todas estas incorporaciones a nuestra dieta, se convirtieron en las presiones ecológicas más importantes para modificar al microbioma que nos acompañó la mayor parte

de nuestro periodo evolutivo, y con quien tenemos una estrecha relación.

Y tienes mucha razón, lo que hago en mi laboratorio es conocer si la dieta y los estilos de vida precolombinos favorecen un microbioma más robusto y saludable, y lo que hemos observado, es que efectivamente eso sucede. La dieta tradicional mexicana es rica en polisacáridos complejos, granos, proteína y lípidos animales, fibras diversas, etc. Esta gran diversidad siempre favorecerá una mayor diversidad en el microbioma, un aspecto clave para definir a un microbioma saludable.

**Regresando a los aspectos nerviosos o cognitivos del microbioma, ¿resulta certero referirnos al sistema digestivo, como un segundo cerebro? Claro, hay una conexión importante entre sistema digestivo y nervioso, pero ¿Cómo ve esta expresión?**

No lo vería como un segundo cerebro, sino como un nuevo eje, en donde el microbioma es el mecanismo de conectividad entre las funciones de muchos componentes (incluyendo el digestivo) del hospedero con el sistema nervioso. De hecho, este eje recibe el nombre de *Eje Microbioma-Intestino-Cerebro*. No obstante, algo hay de cierto con el término «segundo cerebro» que nos ayudaría a entender por qué el microbioma intestinal puede tener una gran importancia en el sistema nervioso. En el desarrollo embrionario, las células que darán origen a los tubos neurales son las mismas que darán origen al sistema entérico, el cual es el que recubre el lumen del intestino. Por ende, al igual que las neuronas, este sistema es capaz de producir una cantidad importante de neurotransmisores que se comunicarán con el sistema nervioso, y el microbioma intestinal, es el principal modulador de este sistema.





**Las condiciones del sistema digestivo, en particular del intestino, son muy complejas de reproducir para cultivar los microorganismos que allí habitan, y es una de las razones de que hasta muy recientemente estemos conociendo la diversidad del microbioma. ¿Cómo abordan en su grupo este estudio?**

Excelente observación, el «descubrimiento» del microbioma como un gran ecosistema, formado por miles de microorganismos, no fue posible sino hasta el desarrollo de las técnicas genómicas de nueva generación, y sobre todo, porque se volvieron económicamente más accesibles para la comunidad científica. El uso de estas técnicas permite identificar y cuantificar las distintas especies de microorganismos mediante su material genético, algo así como una huella digital para cada especie. Con esto, no se requiere de cultivos específicos para sa-

ber qué especies pueden crecer en ellos. Esto se ha convertido en una verdadera revolución científica que tiene implicaciones más allá de la microbiología, incluso en el planteamiento de otro concepto de «individuo».

**El microbioma no solo está presente en el tracto digestivo, en realidad está en casi todo el organismo, incluyendo la piel. ¿Qué sabemos de ese otro microbioma, es tan importante?**

Efectivamente, el microbioma más diverso y abundante se encuentra en el tracto digestivo, pero no por eso es más importante que otros microbiomas distribuidos en el resto del cuerpo; como la piel, las cavidades orales, vaginales, anales, pulmones, etc. Este «otro» microbioma tiene muchas funciones igualmente importantes que el intestinal. Por ejemplo, recientemente se describió que la

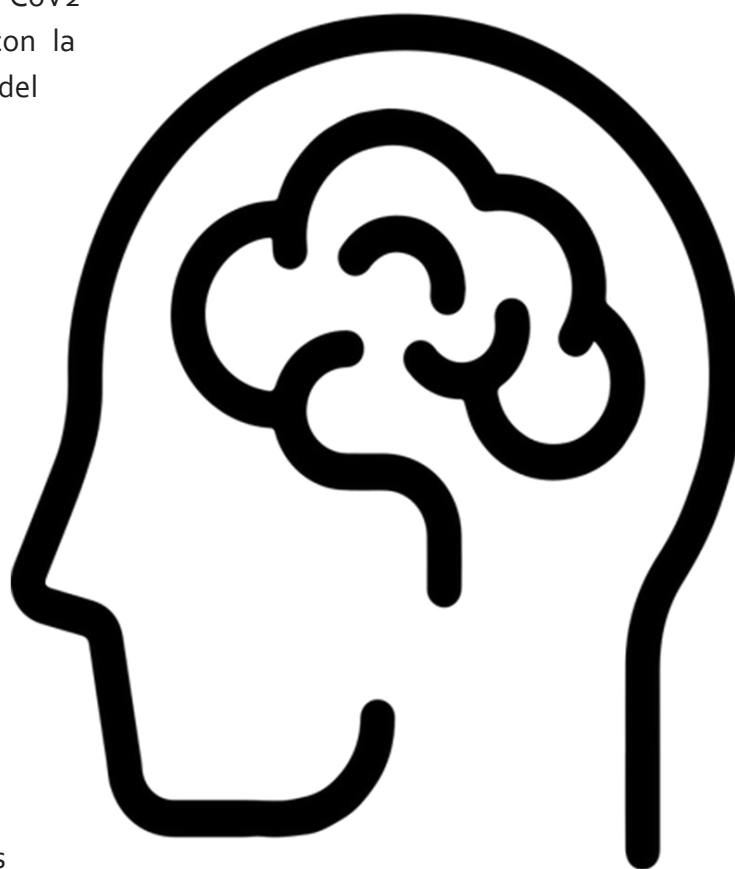
intensidad de la infección por el virus SARS-CoV2 se encontraba directamente relacionado con la diversidad total del microbioma bacteriano del pulmón.

**8. Nos ha hablado mucho de las bacterias y su indudable importancia, pero ¿Qué más hay allí y qué sabemos de esos otros grupos de organismos?**

Las bacterias son los grupos que más se han explorado simplemente por su gran diversidad, pero sobre todo, porque son los microorganismos más sencillos de clasificar, tanto por técnicas genómicas como por técnicas tradicionales de cultivos biológicos. Por ende, es de los grupos más estudiados. No obstante, el microbioma está conformado también por virus, hongos y arqueas, y aunque poco se ha explorado, sus funciones sobre el hospedero serán igual o incluso más relevantes de lo que hemos encontrado con bacterias.

**Finalmente, ¿deberíamos comenzar a estudiar el microbioma en las escuelas, así como hablamos de las plantas y los animales, digamos en la educación básica?**

Totalmente de acuerdo, esta revolución científica nos obliga a cambiar los libros de texto, e incorporar al microbioma como un sistema biológico tan relevante como otros tradicionalmente enseñados en las aulas, como el sistema nervioso, circulatorio, inmune, etc. Además, nos ha cambiado la visión que teníamos sobre el concepto de «individuo». Ahora no lo puedes concebir como un producto único de su genoma, sino de su «metagenoma».



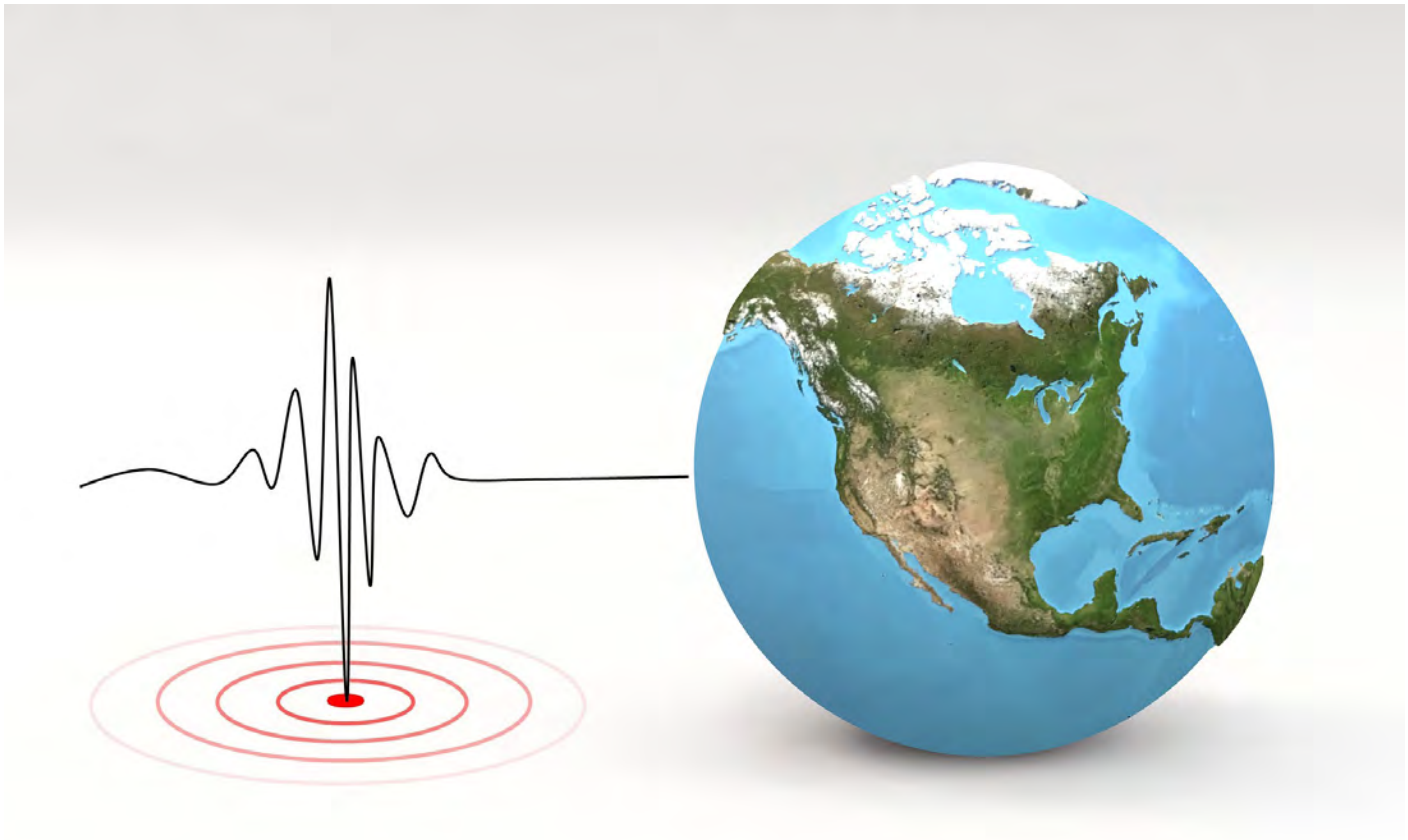
**Usted es egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo como biólogo, ¿algún mensaje para los y las jóvenes?**

La biología es una carrera fascinante donde nunca dejas de aprender y sorprenderte. La UMSNH es un referente a nivel nacional en estudios de biología, y lo que yo aprendí siempre tuvo el camino para ser aprovechado en mi desarrollo académico posgraduado en otras universidades nacionales e internacionales. La diversidad de áreas y temas que manejan los profesores de esta universidad, me alentó a proponer, sin miedo, preguntas que integraban distintos niveles de análisis y herramientas metodológicas. Esto es una de las más grandes virtudes que te brinda la UMSNH, y siempre estaré agradecido con ello.

# ARTÍCULO

## Monitoreando terremotos en una zona del centro de México

Ángel Figueroa -Soto y Avith Mendoza-Ponce



**Ángel Figueroa-Soto.** Investigador CONACyT, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Profesor en el Programa de Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

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

**Avith Mendoza-Ponce.** Profesora del Instituto de Minería de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca.

[avith3@gmail.com](mailto:avith3@gmail.com)

**E**n el año 2007 se registraron varios sismos en los alrededores de la ciudad de Morelia, en Michoacán, México, como consecuencia del movimiento de algunos segmentos del **Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay**, una zona del centro de México. Conocer mejor la sismicidad que ocurre cerca de poblaciones en esta región de Michoacán es importante, y para esto, se necesita de una red sísmica que los monitoree, la cual en combinación con estudios geológicos, constituye una herramienta para la correcta planificación y desarrollo de complejos urbanos con el fin de disminuir desastres en presencia de sismos destructivos locales o regionales. En este artículo definiremos algunos térmi-

nos importantes y describiremos la importancia del monitoreo sísmico que se realiza en el Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay.

### ¿Qué es un sismo?

Un sismo o terremoto es un **movimiento brusco del suelo** producido por una **liberación muy rápida de energía** en el interior de la Tierra. En la actualidad, los científicos entienden bien cómo se mueven las placas tectónicas y cómo se relacionan estos movimientos con los sismos: el movimiento entre las placas tectónicas ocasiona que en los bordes donde las placas hacen contacto, generen mucha fricción impidiendo el desplazamiento de una placa respecto a la otra, si la fricción sobrepasa la resistencia de las rocas, ocurre una ruptura violenta (sismo) y la liberación repentina de la energía acumulada, la cual se transmite en forma de ondas en todas las direcciones y es lo que percibimos en la superficie de la tierra.

El punto donde se origina el sismo se llama **foco o hipocentro** y el punto en la superficie, justo arriba del hipocentro, se llama **epicentro** del sismo. Para saber cuánta energía libera un sismo se utiliza una escala de magnitud, siendo la más conocida la **escala de Richter**; no obstante, en la actualidad ya

no se usa y en su lugar los sismólogos empleamos la **escala de magnitud de momento sísmico** que es logarítmica, es decir, el incremento en un grado de magnitud equivale a un incremento de aproximadamente 32 veces la energía liberada. Por ejemplo, la energía que libera un sismo de magnitud seis es 32 veces mayor a la de un sismo de magnitud cinco.

### ¿Ocurren sismos en Michoacán?

Michoacán es uno de los estados con mayor amenaza de sismos en todo México. Esta alta sismicidad es heredada por el movimiento de las fallas geológicas al interior del estado y principalmente por el movimiento de las **placas tectónicas** llamadas de **Cocos** y de **Rivera**, las cuales se encuentran en el océano pacífico por debajo de la placa Norteamericana (frente a la costa michoacana). En lenguaje más técnico, se dice que las placas de Cocos y Rivera subducen a la placa Norteamericana, generando sismos fuertes a lo largo de la costa del pacífico. Un ejemplo claro es el sismo del **19 de septiembre de 1985**. Quizás recordarás o habrás escuchado que dañó gravemente a la ciudad de México, y para sorpresa de algunos, este sismo tuvo su epicentro frente a las costas de Michoacán, cerca de Lázaro Cárdenas.

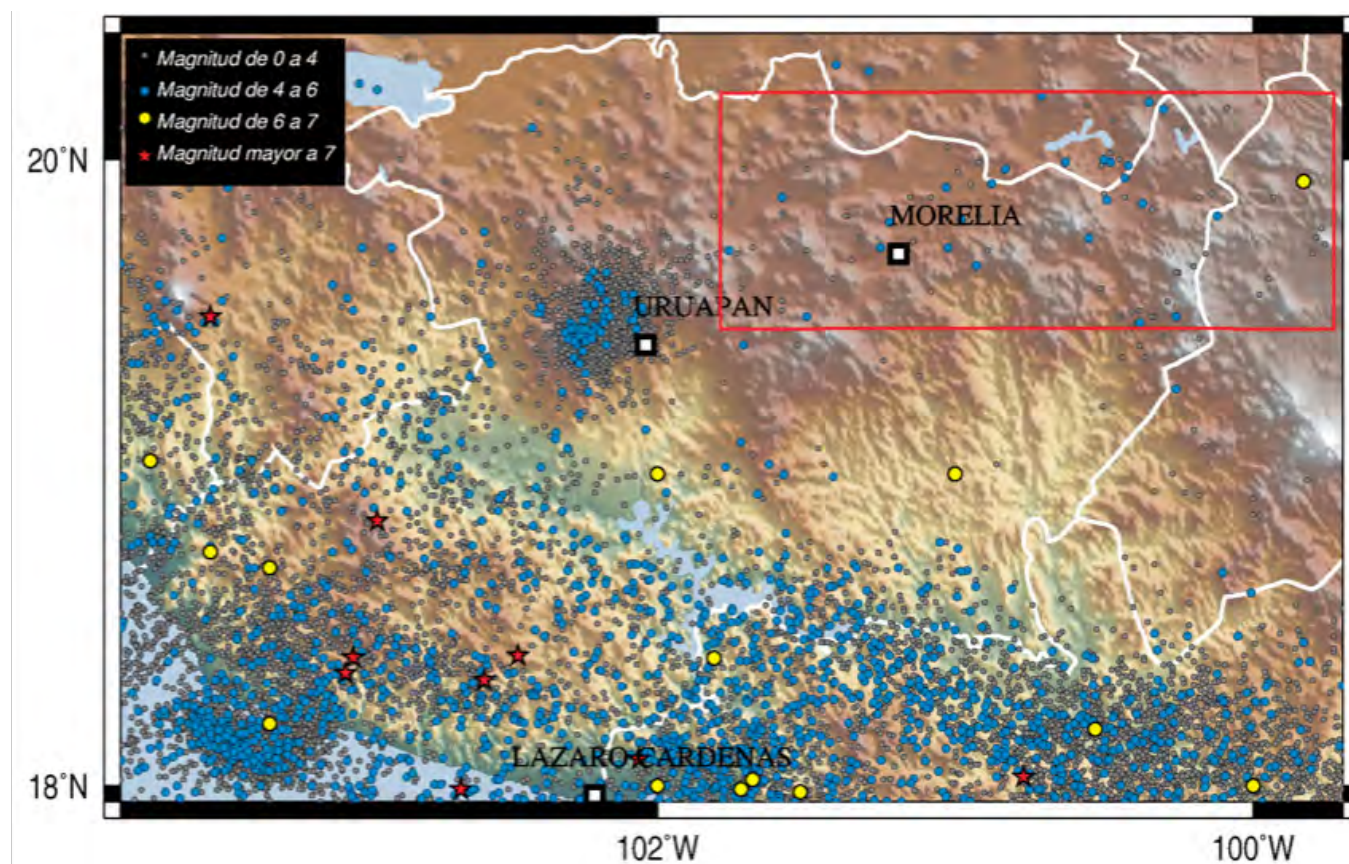


Figura 1: Mapa de los epicentros de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional ocurridos en el estado de Michoacán desde el año de 1900 hasta junio de 2020. En color rojo se muestra la zona del Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay. Elaboración Propia.



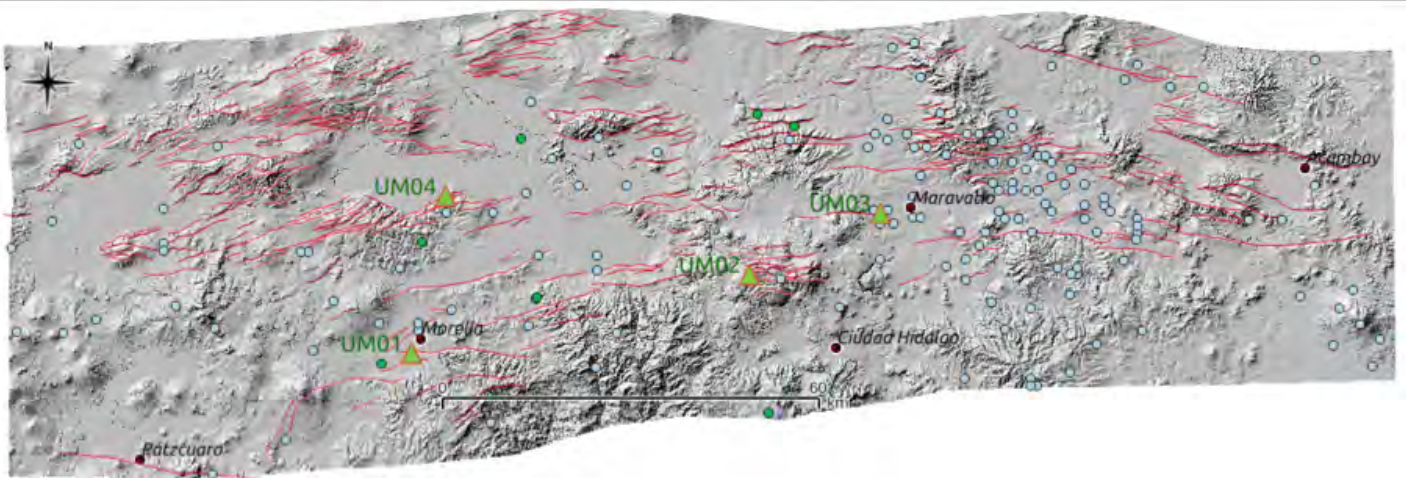


Figura 2: Mapa del Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay (líneas rojas). Las estaciones sísmicas de la UMSNH se representan con un triángulo verde. En color azul se muestran los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional y en color verde los sismos registrados por la red sísmológica de la UMSNH. Elaboración Propia.

En la figura 1 se muestran los sismos históricos descritos en la literatura y todos los sismos que el Servicio Sismológico Nacional ha reportado en el estado de Michoacán y sus alrededores desde el año 1900 hasta el mes de junio de 2020. Aquí puedes ver en distintos colores sus magnitudes. Como ya mencionamos, los sismos están relacionados principalmente al contacto de las placas tectónicas Cocos y Rivera con la placa de Norteamérica; sin embargo, es posible identificar varios sismos de magnitudes entre 0 y 6 que ocurrieron al interior del estado, particularmente en los alrededores de las ciudades de Morelia, Uruapan y hacia el noreste del estado de Michoacán (ver recuadro rojo en la figura).

### ¿Qué es una falla?

En geología, una falla es una **discontinuidad o ruptura de la corteza terrestre** que se forma cuando las fuerzas tectónicas son más grandes que la resistencia de la roca. En otras palabras, es una grieta en el suelo que se produce cuando hay un movimiento brusco. Cuando se encuentran activas son capaces de generar sismos causados por movimientos verticales o laterales entre dos bloques de roca. En Michoacán, hay un conjunto de 250 fallas potencialmente activas que pertenecen al Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay.

Este Sistema de fallas pasa por la ciudad de Morelia, Queréndaro, la zona de Los Azufres y Maravatio hasta llegar al municipio de Acambay. Se originaron por muchos sismos antiguos formando acantilados o escalones de varios metros llamados

**escarpes de falla**. Si vemos una fotografía aérea de esta zona, veremos las cicatrices de estas grietas, las cuales se dibujan con líneas de color rojo en la figura 2.

Existen tres tipos de fallas: normales, inversas y laterales. Las **fallas normales** se forman cuando una roca está sujeta a fuerzas tensionales, un ejemplo análogo es cuando jalamos una liga por ambos extremos, la liga se estira debido a la tensión a la que ha sido sujeta. La respuesta del terreno a este tipo de fuerzas tensionales, es la caída de un bloque de roca con respecto del otro bloque, formando en consecuencia un escalón (escarpe). Las **fallas inversas** se forman a causa de fuerzas compresionales, esto implica que un bloque de roca suba con respecto del otro, como cuando hay un choque de automóviles. Las **fallas laterales**, se forman debido a un movimiento lateral entre los bloques, este movimiento es parecido a cuando frotamos nuestras manos.

### Sistema de fallas Pátzcuaro-Acambay

Este sistema está compuesto básicamente por fallas normales y en total hemos propuesto que 316 segmentos pueden ser considerados como activos, esto quiere decir que pueden generar sismos perceptibles y posiblemente causar daños a estructuras cercanas a ellas. Por ejemplo, una de las fallas más largas es la de Acambay, la cual mide aproximadamente unos **38 kilómetros de longitud** y tiene un gran escalón (escarpe) de más de **400 metros de altura** y fue la causante del último sismo des-

tructivo en esta región. El terremoto de Acambay sucedió en 1912, con una magnitud aproximada de siete. Los daños fueron devastadores en varias localidades urbanas de la zona y causaron la muerte de más de 150 personas.

De este modo, es fundamental conocer el grado de actividad de estas fallas para determinar la peligrosidad sísmica bajo la cual viven las poblaciones en esta zona del centro de México. El objetivo final de estos estudios es mitigar desastres en presencia de sismos destructivos.

### Red sísmica en el Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay

Para detectar los sismos, los sismólogos utilizamos sensores conocidos como «sismógrafos». Un sismógrafo es un instrumento mecánico-electrónico que detecta los movimientos del terreno, aunque las personas no logremos sentirlos. Este tipo de instrumento está compuesto por un **sistema de sensores que detectan los movimientos** en tres diferentes direcciones: Norte-Sur, Este-Oeste y Vertical. Después, se generan «sismogramas» que son **gráficas de la velocidad del terreno** y que sirven para caracterizar a los sismos por medio de su localización y asociarlos a segmentos de fallas

particulares. En México, la dependencia que se encarga del reporte de la ocurrencia de sismicidad es el Servicio Sismológico Nacional, el cual opera una red de sismógrafos en todo el país.

Para monitorear el Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por medio del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, instaló en 2019 cuatro sismógrafos ubicados en Maravatío, Los Azufres, San Agustín del Maíz y en Morelia, los cuales han sido capaces de detectar sismos que han ocurrido dentro de esta zona. En la siguiente figura, se presentan los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional en el Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay, así como las fallas potencialmente activas (líneas en color rojo) que hemos propuesto en trabajos previos. También se observa la localización de las cuatro estaciones sismológicas de la UMSNH.

Es importante mencionar que estas estaciones comparten información con el Servicio Sismológico Nacional para la localización de sismicidad en esta zona que carecía de instrumentación sísmica. Un ejemplo de colaboración surgió con el **enjambre sísmico** que ocurrió entre el 5 de enero y el 10 de marzo de 2020, en donde ocurrieron alre-

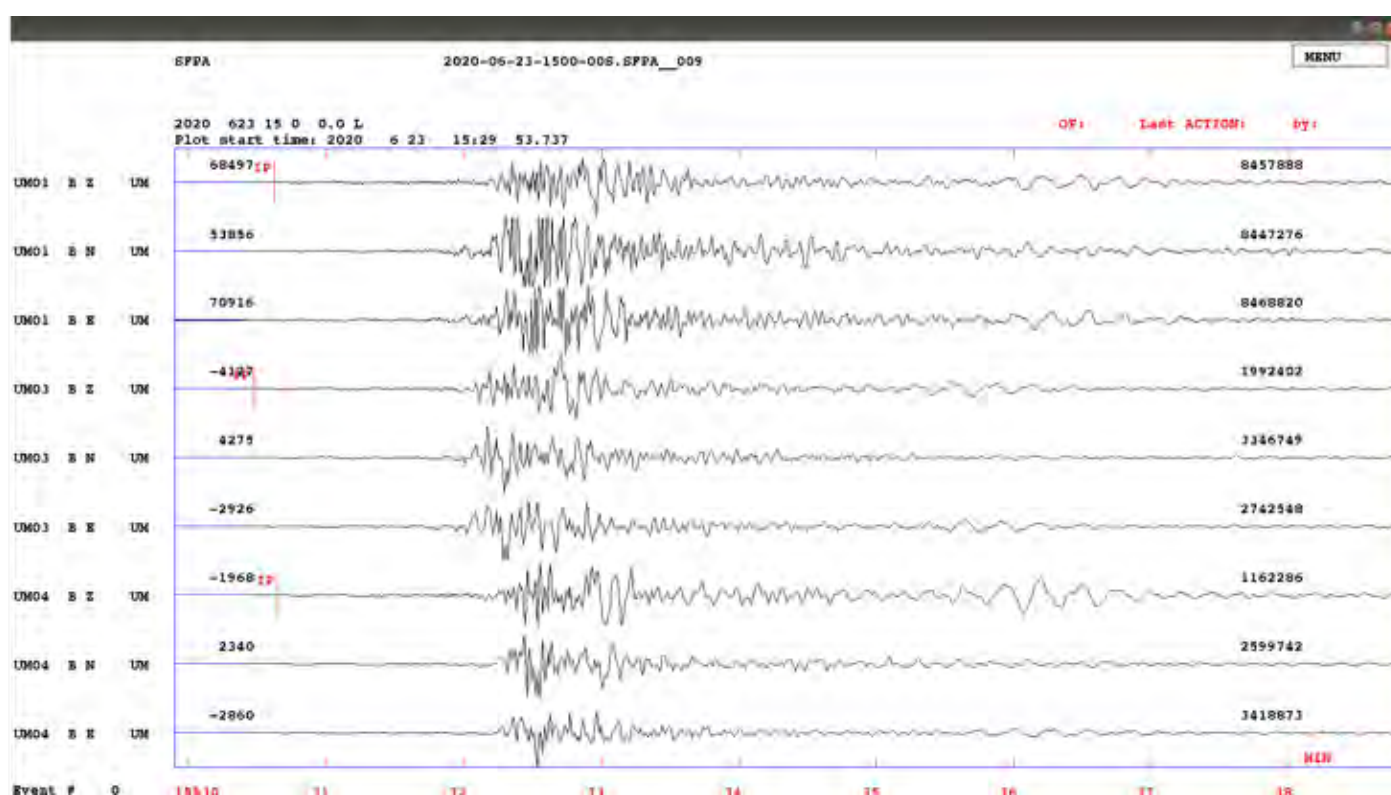


Figura 3: Sismogramas registrados en tres estaciones sismológicas de la UMSNH, para el sismo del 23 de junio de 2020 con magnitud 7.4, en la costa de Oaxaca. Elaboración propia.

dedor de 3,294 sismos entre el volcán Paricutín y la ciudad de Uruapan.

En la figura 3 te presentamos los sismogramas registrados en las estaciones de Maravatío, San Agustín del Maíz y Morelia, asociados al pasado sismo del 23 de junio de 2020 con magnitud 7.4 que tuvo su epicentro en la costa de Oaxaca y que fue percibido por algunas personas en la ciudad de Morelia.

La presencia de estos terremotos y de fallas evidentes en el terreno, indican que la zona del Sistema de Fallas Pátzcuaro-Acambay es activa y está sujeta a fuerzas tensionales (como cuando jalamos una liga por ambos extremos). Sin embargo, hay otro desafío por estudiar: es posible que algunos **segmentos de fallas se encuentren enterrados bajo depósitos sedimentarios y volcánicos**, lo que significa que pueden suceder sismos en zonas donde nunca se había visto una falla. La solución a este problema consiste en seguir monitoreando sismos de forma continua, lo cual ayudará a identificar zonas de gran peligro sísmico en el estado de Michoacán.



Los autores desean agradecer la colaboración de instituciones como el Servicio Sismológico Nacional por la disponibilidad de datos sísmicos, así como a la Universidad Tecnológica del Oriente de Michoacán, a la coordinación de Protección Civil de Morelia y a las diferentes poblaciones y particulares de San Agustín del Maíz por su apoyo para la instalación de las estaciones sísmicas.



Centro Nacional de Prevención de Desastres (<http://www.cenapred.gob.mx>).

Lázaro-Mancilla O., Garduño-Monroy V.H., Mendoza-Ponce A., Figueroa-Soto A., Vázquez-Rosas R., Ramírez-Tapia G.M. y Cortés-Silva A. (2020). «Concentraciones de gas Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en suelo en la zona urbana de Morelia, Michoacán, México y su relación con fallas potencialmente sísmicas y asociadas con el proceso subsidencia-fluencia». *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 37(2):157-177.

[https://www.researchgate.net/publication/343479702\\_Concentraciones\\_de\\_gas\\_radon\\_222Rn\\_en\\_suelo\\_de\\_la\\_zona\\_urbana\\_de\\_Morelia\\_Michoacan\\_Mexico\\_y\\_](https://www.researchgate.net/publication/343479702_Concentraciones_de_gas_radon_222Rn_en_suelo_de_la_zona_urbana_de_Morelia_Michoacan_Mexico_y_su_relacion_con_fallas_potencialmente_sismicas_y_asociadas_con_el_proceso_de_subsidencia-fluencia)

[su\\_relacion\\_con\\_fallas\\_potencialmente\\_sismicas\\_y\\_asociadas\\_con\\_el\\_proceso\\_de\\_subsidencia-fluencia](https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/18/3121/2018/)

Mendoza-Ponce A., Figueroa-Soto A., Soria-Caballero D. y Garduño-Monroy V.H. (2018). «Active faults sources for the Pátzcuaro-Acambay fault system (Mexico): fractal analysis of slip rates and magnitudes  $M_w$  estimated from fault length». *Natural Hazards & Earth System Sciences*, 18(11): 3121-3135.  
<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/18/3121/2018/>

Servicio Sismológico Nacional ([www.ssn.unam.mx](http://www.ssn.unam.mx)).

# ARTÍCULO

## Plantas y humanos: Más similares de lo que crees

Rodolfo López Gómez



**Rodolfo López Gómez.** Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Laboratorio de Fisiología Molecular de Plantas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[rlopez@umich.mx](mailto:rlopez@umich.mx)

A pesar de las grandes diferencias anatómicas y funcionales que los humanos tenemos con las plantas, estamos más relacionados de lo que podría pensarse. En este artículo veremos esa similitud desde una visión molecular, es decir, a nivel de los genes como los llamados «**ojos ausentes**», que han permanecido a lo largo de la evolución en ambos grupos biológicos como constancia de un ancestro común que dio origen a las plantas y a los animales. Estos genes, a pesar de su semejanza, tienen diferentes funciones para cada uno de estos grupos de seres vivos.

### Pero, ¿en qué nos parecemos realmente?

Con solo ver la apariencia entre las plantas y nosotros, difícilmente podrías concluir que las plantas y los humanos estamos relacionados. Después de todo, nosotros no somos verdes ni utilizamos la luz para producir azúcares, pero si observas más allá de las hojas e incursionas en la profundidad del genoma de las plantas, podrás encontrar algunas llamativas similitudes.

Aunque no lo creas, las **plantas y los animales compartimos muchos genes**, pero hacemos uso de ellos de diferente manera. Un ejemplo son los genes denominados «ojos ausentes» (*eyes absent*, en inglés y abreviado EYA). Estos genes participan durante la formación de los ojos de las moscas, en el desarrollo del ojo humano e intervienen en el proceso embrionario de las plantas.

### Descubrimiento de los genes EYA

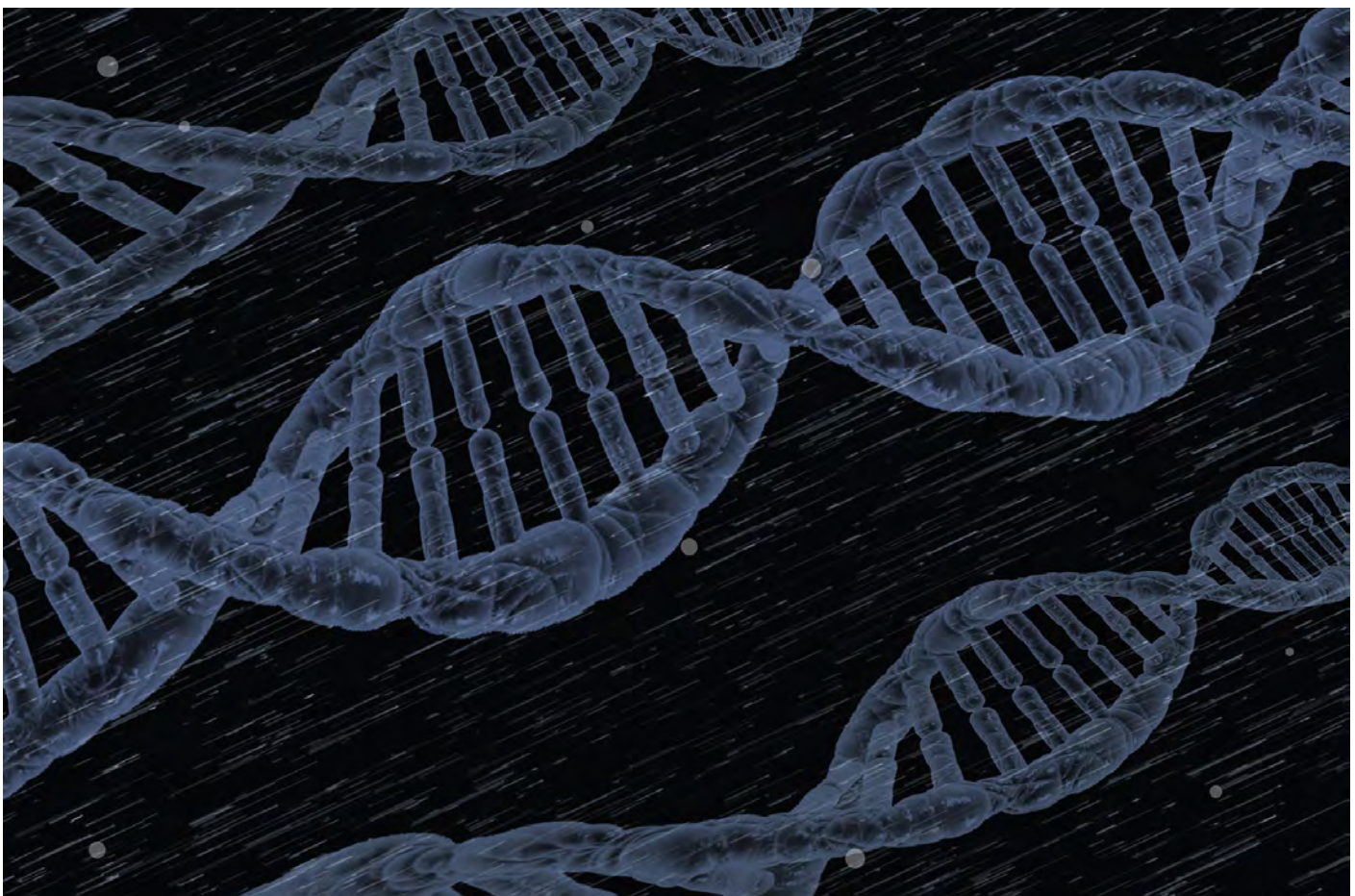
Como ha sucedido con muchos genes, los EYA fueron hallados y descritos por primera vez en las moscas de la fruta (*Drosophila melanogaster*), durante experimentos de los genetistas cuando desactivaron la expresión de estos genes, dando como resultado que no desarrollaran los ojos, de allí que estos genes fueron denominados EYA. Con el

tiempo se han ido descubriendo **diferentes versiones de estos genes**, por ejemplo, nosotros los humanos contamos con cuatro, en las moscas de la fruta solo hay uno y las plantas tienen su versión propia y diferente, pero los tienen.

### ¿Cuál es la función de los genes EYA en animales?

Aunque el código de ADN de cada versión de este tipo o grupo de genes es diferente, tienen suficiente similitud entre los organismos que los presentan y se han clasificado colectivamente como una familia de genes EYA. Las secuencias de estos genes son muy similares y con análisis moleculares se ha trazado la pista que los relacionan con un antiguo gen, razón por la cual —y debido a que cada uno de ellos deriva de un ancestro común—, son considerados genes de una misma familia.

Como lo han acordado los biólogos, **las proteínas producidas por los genes EYA reciben el mismo nombre**. Típicamente, cuando pensamos en las proteínas, las entendemos como sustancias que cumplen una función específica, así como la tiene un martillo. ¿Para qué sirve un martillo? Para clavar clavos, no para apretar tornillos. Las proteínas EYA son más bien como una navaja multiusos, pues son capaces de participar en diferentes proce-





tos importantes dentro de la célula, principalmente en la regulación de la expresión de genes.

Una de sus actividades mejor conocida es la de **regular la expresión de genes** durante el desarrollo de los organismos que los tienen. De hecho, las proteínas EYA contribuyen directamente a la formación de los ojos de las mosquitas por medio de la regulación de los principales genes que participan en ese proceso. Por ello, alteraciones en la secuencia del ADN de los genes EYA, evitan la constitución correcta de las proteínas EYA y, por tanto, impiden la generación de los ojos de las mosquitas.

Debido a su habilidad para regular la expresión de genes, las proteínas EYA son consideradas cofactores transcripcionales, esto quiere decir, que tales proteínas participan en el correcto ensamblaje del complejo de transcripción de los genes involucrados en la formación de sus ojos. La función regulatoria de los genes EYA parece ser una característica relativamente nueva en la evolución de los animales.

### El origen de los genes EYA

Un ancestro común de plantas y animales fue el primero que desarrolló estos genes. En el caso de las plantas, los genes EYA han perdido la capacidad de codificar una parte significativa de las proteínas

EYA, lo cual evita que estas funcionen como un cofactor transcripcional, en su lugar, tienen la función de regular la acción de otras proteínas.

Para entender este concepto, imaginemos a las proteínas como pequeños robots cuya actividad es controlada por un interruptor. Encendiendo y apagando este interruptor, las células manejan la actividad de las proteínas. Las células producen unas proteínas cuyo único propósito es regular la función de otras proteínas. Al parecer, las proteínas EYA tuvieron esta función en el inicio de la evolución de los organismos eucariotas. Comparando los genes EYA de diferentes organismos, los científicos han concluido que **en un ancestro común de plantas y animales se desarrollaron los genes EYA capaces de regular otros genes**. Con el paso del tiempo, las plantas y los animales evolucionaron en caminos diferentes, y en los animales, las proteínas EYA ganaron la habilidad de regular diferentes genes.

### La función de los genes EYA en humanos

Pero ¿Qué se sabe de estos genes y proteínas en los humanos? Las investigaciones han mostrado que nuestras proteínas EYA son capaces de regular tanto genes como otras proteínas. Estudios en

ratas sugieren que los genes EYA influyen en el **desarrollo de pulmones, riñones, cerebro** y que tienen un papel activo en la reparación de daños en el ADN. En personas con variantes en el gen EYA1 —una de las versiones humanas de estos genes—, se han encontrado evidencias de que las proteínas EYA participan en la formación de nuestro oído y del sentido auditivo. Se cree que tales variantes son las responsables del **síndrome branquio-oto-renal**, una enfermedad que afecta a una de cada cuarenta mil personas. Curiosamente, a pesar de su nombre, se sabe que en los mamíferos los genes EYA no tienen un papel crítico en la constitución de los ojos.

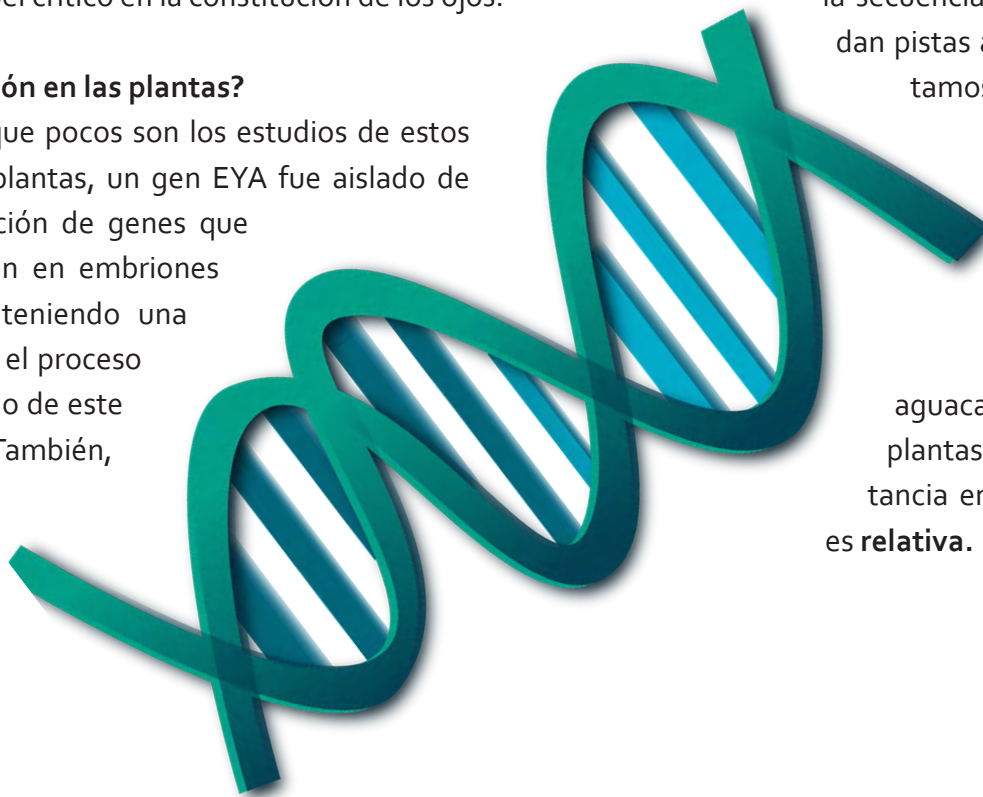
### ¿Y su función en las plantas?

Aunque pocos son los estudios de estos genes en plantas, un gen EYA fue aislado de una población de genes que se expresan en embriones de arroz, teniendo una función en el proceso embrionario de este grano. También, genes similares

se han aislado de plantas como alfalfa y frutos de aguacate. De hecho, el grupo de investigación en el que participo como científico, recientemente encontró una secuencia del gen EYA precisamente en frutos de aguacate de tres meses, lo cual sugiere su papel en el desarrollo de los embriones y frutos de esta planta.

### Una reflexión

Las plantas son diferentes de nosotros los humanos de muchas formas, pero como ahora sabes, no tanto como tú crees. Al estudiar la secuencia del ADN, los genes dan pistas acerca de cuánto estamos relacionados los organismos, incluso las plantas, las mosquitas y los humanos. Así que la próxima vez que veas un aguacate o el fruto de otras plantas, recuerda que la distancia entre ellos y nosotros es **relativa**.



Arcas G., Taboada N. y Fernández N. (2005). «Síndrome branquio-oto-renal. A propósito de una familia». *Revista Cubana de Pediatría*, 77(2).  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312005000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312005000200009)

Dell'Occa N., Pose C., Salmini K., Tapié A. y Raggio. V. (2019). «Síndrome branquio-oto-renal. Presentación de un caso». *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 90(5): 283-288.  
[http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-12492019000500283](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492019000500283)

Gómez-Merino F.C., Trejo-Téllez L.I. y Tiessen A. (2009). «Factores de transcripción». En A. Tiessen, F.C. Gómez-Merino, L.I. Trejo-Téllez, A. López-Fabre, D. Padilla, E. Vargas-Ortiz y N. Palacios-Rojas (editores). *Fundamentos y metodologías innovadoras para el mejoramiento genético del maíz*, México, Fundación Ciencia Activa, Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Colegio de Postgraduados, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Wikipedia, pp. 153-188.  
[https://www.researchgate.net/publication/240585743\\_Factores\\_de\\_transcripcion/link/oc-96051c64649a6439000000/download](https://www.researchgate.net/publication/240585743_Factores_de_transcripcion/link/oc-96051c64649a6439000000/download)

## ARTÍCULO

# Síndrome de fatiga crónica durante la diabetes

Rocío del Carmen Montoya Pérez



**Rocío del Carmen Montoya Pérez.** Profesora e Investigadora del Laboratorio de Fisiología Muscular, Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[biochio@gmail.com](mailto:biochio@gmail.com)

La fatiga es uno de los síntomas más frecuentes y presentes en cualquier enfermedad y su duración depende del agente que cause el padecimiento en cuestión. Sin embargo, cuando la enfermedad se clasifica como crónico-degenerativa, como la diabetes mellitus, la fatiga también se establece como tal. Es por ello que es de gran interés para los investigadores, médicos y público en general, entender las asociaciones entre la comorbilidad y los orígenes fisiológicos, médicos, metabólicos y endocrinos, así como las complicaciones relacionadas con la diabetes *mellitus*. Para iniciar, es conveniente definir qué es la diabetes *mellitus*, qué es la fatiga y qué es la fatiga crónica.



### Diabetes *mellitus*

La diabetes *mellitus* es una enfermedad metabólica caracterizada por los niveles elevados de azúcar (glucosa) en la sangre. Se considera una enfermedad epidémica y es uno de los desafíos de mayor crecimiento del siglo XXI, debido a que los adultos que viven con diabetes se han triplicado durante los últimos 20 años. Su mayor incidencia está impulsada por una compleja interacción de factores socioeconómicos, demográficos, ambientales y genéticos. El incremento continuo se debe principalmente a la progresiva urbanización, envejecimiento, niveles crecientes de obesidad, dietas poco saludables, consumo de tabaco y la inactividad física generalizada.

### Fatiga

Se define como un agotamiento mental y/o físico que es causado por el estrés, trabajo en exceso, enfermedad física y/o mental y por medicación.

### Fatiga crónica

Es el agotamiento constante que permanece por más de seis meses y que no está estrictamente diagnosticada a la par de alguna otra enfermedad. Si la fatiga se produce en reposo sin ningún esfuerzo aparente, esto sugiere **orígenes psicológicos o centrales**. Si los pacientes relatan su fatiga a raíz de la práctica de actividades físicas como el ejercicio, sus síntomas pueden considerarse **periféricos**.

En conjunto, lo descrito anteriormente **reduce la calidad de vida** de las personas y representa

gastos importantes a nivel personal y gubernamental.

### Relación entre la diabetes *mellitus* y la fatiga

La diabetes está asociada a la presencia de factores proinflamatorios, al índice de masa corporal, a los tratamientos hipoglucemiantes, e incluso a la depresión. Se ha propuesto que la diabetes y la fatiga tienen una relación bidireccional, puesto que se alimentan y agravan mutuamente, lo que causa un círculo vicioso. Dicha relación se potencia con la presencia de factores bioquímicos, psicológicos y del estilo de vida.

Dentro de los **factores bioquímicos** se encuentran el cambio en el equilibrio iónico a nivel muscular, lo que afecta el acople excitación-contracción; la reducción considerable de los sustratos energéticos; el incremento del pH, fosfato inorgánico y potasio; a nivel mitocondrial, el decremento de la producción de adenosina trifosfato (ATP); cambio en las rutas metabólicas por la ausencia de insulina, de carbohidratos a lípidos cuando se han agotado las reservas de glucógeno; y deficiencia de vitaminas.

En el caso del **factor psicológico** se encuentra la inhabilidad para reconocer que se tiene la enfermedad, así como el manejo mismo del diagnóstico. La respuesta emocional se caracteriza por una extrema aprehensión, malestar y rechazo, lo que causa fatiga y contribuye al círculo vicioso.

Para el caso de los **factores asociados al estilo de vida** se encuentran las dietas inapropiadas,





estilos de vida mentales poco saludables (violencia en cualquiera de sus formas), falta de condición física, hábitos de sueño no saludables, abuso de sustancias (alcohol y cafeína) y el síndrome de abstinencia.

### Importancia de un buen diagnóstico

El diagnóstico del síndrome de fatiga crónica durante la diabetes no debe realizarse de forma lineal, sino a través de varios ángulos para identificar la comorbilidad y factores iatrogénicos que el paciente pueda tener. Sanjay Kalra y Rakesh Sahay plantearon en 2018 un acercamiento a los pacientes en dos etapas:

1) Conocer el historial del estilo de vida incluyendo la dieta, llevar a cabo una evaluación psicológica acompañado de un historial de abuso de drogas y capacidad de resiliencia, el índice glicémico y comorbilidad asociada al historial de la medicación del paciente.

2) Conocer la calidad de sueño, llevar a cabo una evaluación psiquiátrica, hacer una valoración de las complicaciones de salud causadas por la diabetes y llevar a cabo análisis de comorbilidad endocrina.

Del análisis llevado en las dos etapas se desprenden recomendaciones importantes como:

a) **Modificación** en el estilo de vida

b) **Intervención** psicológica no farmacológica e/o intervención psicotrópica en caso de ser necesario

c) **Manejo** de los niveles de glucosa evitando las variaciones abruptas e hipoglucemia

d) **Mantenimiento** del buen funcionamiento de las glándulas tiroideas y sexuales, así como de los niveles de vitamina D.

En la mayoría de las patologías lo ideal sería que se abarcaran con un enfoque multidisciplinario; sin embargo, en muy pocos casos se llega hacer. De allí que la propuesta es sugerir que a petición del mismo paciente y sus familiares, **el tratamiento sea holístico** y se tomen en cuenta las comorbilidades, de tal forma que el tratamiento se pueda optimizar a petición del interesado según sus necesidades específicas y no necesariamente como un procedimiento estándar donde solo se aborda alguno de los componentes.



Federación Internacional de la Diabetes. <https://www.diabeweb.com>

Kalra, S. y Sahay, R. (2018). Diabetes Fatigue Syndrome. *Diabetes Ther*, 9(4), 1421-1429.

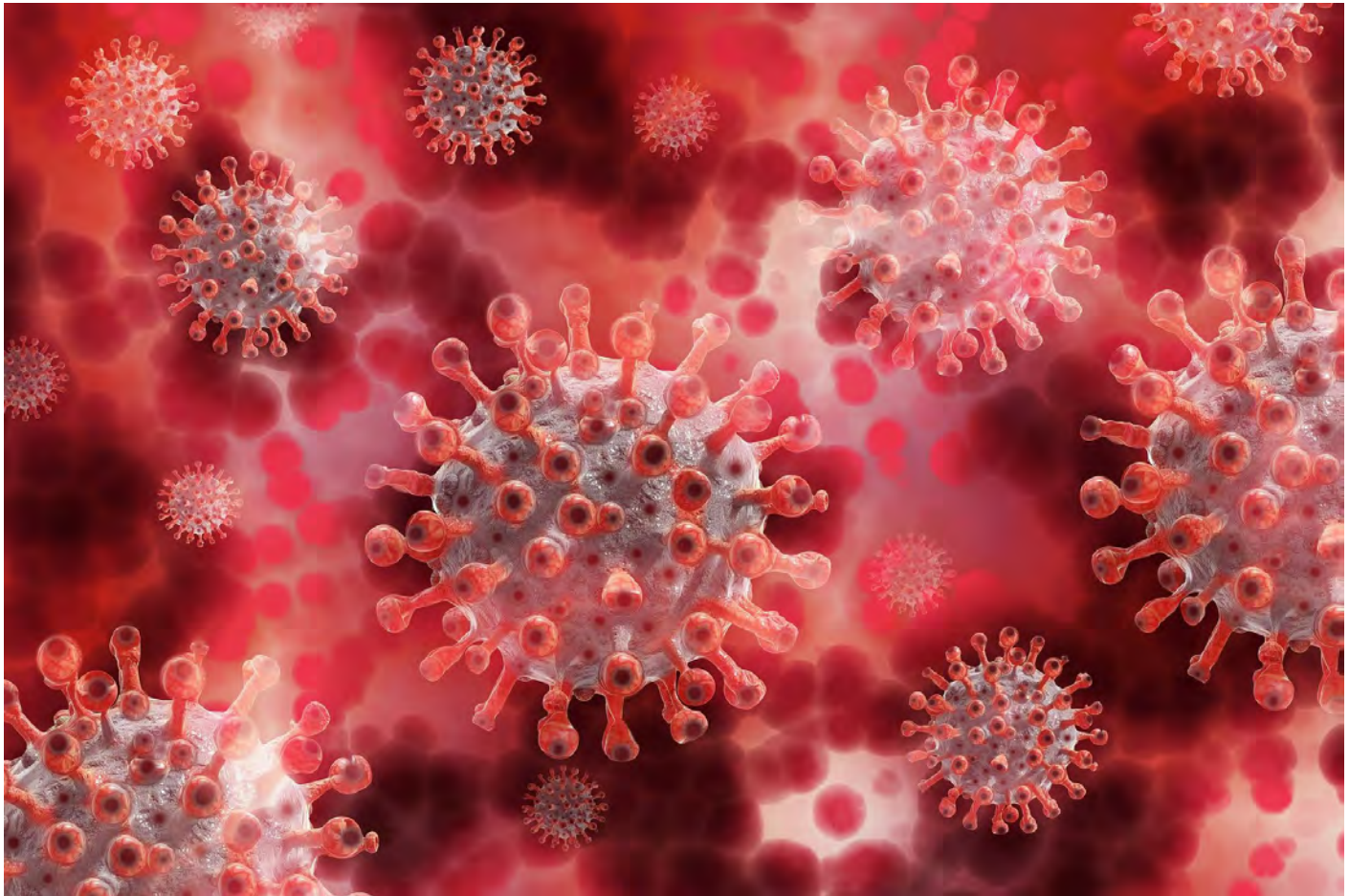
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13300-018-0453-x>

Síndrome de fatiga crónica. *Medline plus*. <https://medlineplus.gov/spanish/chronicfatiguesyndrome.html>

## ARTÍCULO

## ¿Coágulos en COVID -19?

Alan Fabricio Cano-Méndez y Martha Eva Viveros-Sandoval



**Alan Fabricio Cano-Méndez.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascular, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez» de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[bqदान@hotmail.com](mailto:bqदान@hotmail.com)

**Martha Eva Viveros-Sandoval.** Profesora e Investigadora en el Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascular, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez» de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[martha.viveros@umich.mx](mailto:martha.viveros@umich.mx)

**E**l 2020 quedó registrado en la historia moderna de la humanidad como «el año de la pandemia». El COVID-19 es una enfermedad a la que muchos le temen ¡Qué digo le temen... le tememos! Y es que en México diez de cada 100 personas contagiadas presentan un cuadro grave de síntomas. Lejos del cuadro característico de una infección de vías respiratorias que asemeja un catarro —en algunos casos graves—, en el COVID-19 se pueden llegar a formar coágulos en los pulmones, tema que te presentamos en este artículo. Si, esos mismos coágulos que impiden que sangremos y podamos sanar cuando nos cortamos con un cuchillo o cuando nos raspamos las rodillas al caer de una patineta, ahora se forman a causa de un virus.

### SARS-CoV-2: El enemigo mundial

Una vez que estamos en contacto con el coronavirus SARS-CoV-2 se pueden presentar tres escenarios distintos. En el primero la persona no presenta síntoma alguno, lo que lo clasifica como **asintomático**, aunque es capaz de infectar a otras personas. En el segundo escenario, de tres a siete días después de haber sido infectado, comienzan a aparecer alguno o varios de los signos típicos de la enfermedad como tos, dolor de garganta, fiebre, dolor de cabeza, dolor de cuerpo, pérdida del olfato y/o del gusto, cansancio, por lo que es un paciente **sintomático leve**. En este panorama, los síntomas continúan durante el periodo que dure la infección y se tratan con medicamentos para controlarlos, si no se agravan, no es necesaria la hospitalización.

Finalmente, el tercero de los escenarios muestra el lado más desolador de la enfermedad. Aquí se incluyen a los pacientes que presentan **síntomas graves**, es decir, aquellos que muestran un ataque al estado general, incapacidad para ponerse de pie por sí solos y fuertes problemas para respirar, en este último caso se puede llegar a requerir que la persona sea asistida con oxígeno o en casos muy graves intubada para mantener la respiración con ayuda de una máquina llamada ventilador.

### Al defenderse, el cuerpo se ataca a sí mismo

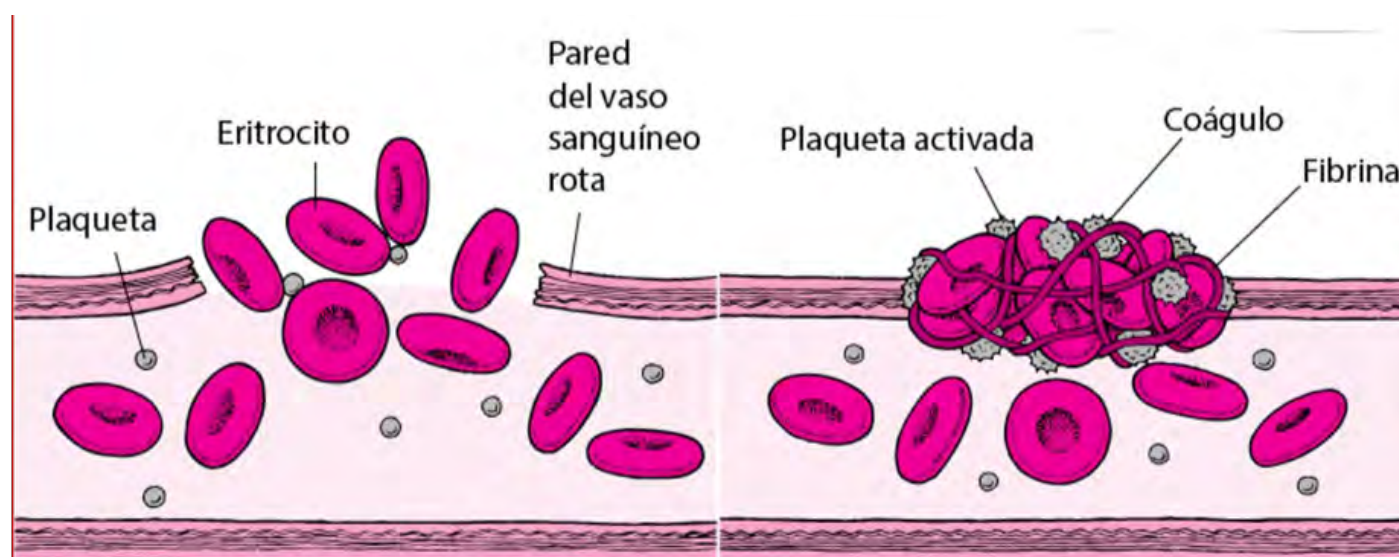
La presentación grave de la enfermedad es consecuencia, principalmente, de la exagerada inflamación del cuerpo y en particular de los pulmones. La lucha librada al interior del cuerpo para de-

fenderse contra este virus hace que el organismo active su ejército de defensa llamados leucocitos. Al ser llamados a la batalla, estos soldados generan una serie de factores que atraen a más miembros del batallón y los motivan a luchar. Los estragos de la cruzada se ven reflejados en una **inflamación de las vías respiratorias**. De manera paralela, el cuerpo no es consciente de que en su intento por defenderse comienza a atacarse a sí mismo.

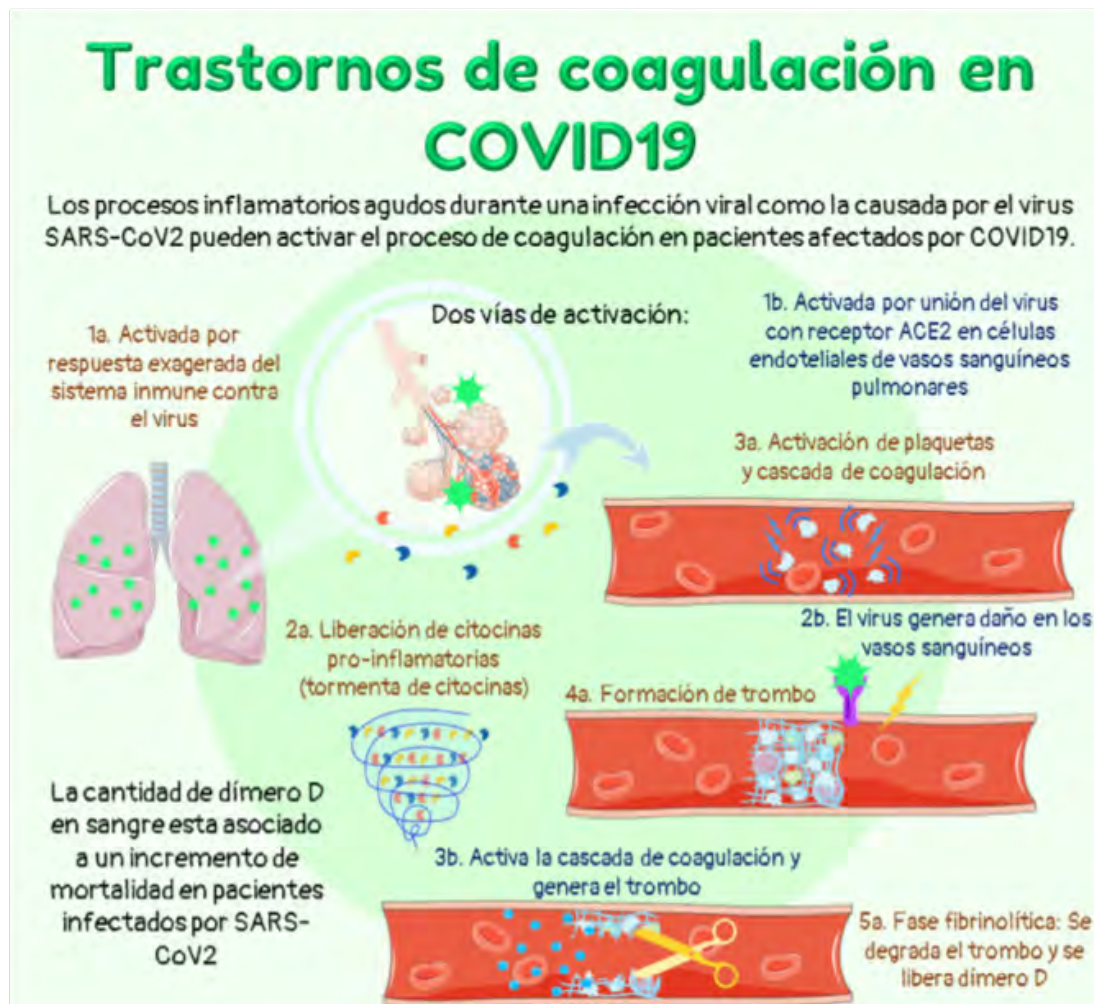
Esta inflamación descontrolada favorece que los pulmones se llenen de agua (edema pulmonar). El líquido en estos órganos, aunado a lo inflamado, dificulta aún más la respiración, ya que parte del espacio que antes era ocupado por aire, ahora está invadido por agua. Como si lo anterior no fuera suficiente, esta descontrolada defensa lleva a un **daño en los vasos sanguíneos** que llevan sangre a los pulmones y en la alteración de los procesos de coagulación de la sangre, que finaliza con la formación de coágulos en las venas o arterias localizadas en el pulmón, impidiendo que la sangre pueda circular y agravando el estado general del paciente. Además, estos pequeños coágulos pueden viajar con el flujo de la sangre a través del cuerpo y afectar otras regiones u órganos.

### Pero ¿Qué es un coágulo y quiénes participan en la coagulación?

Junto a los soldados encargados de defender al cuerpo —los leucocitos y las células que transportan el oxígeno (eritrocitos)—, en la sangre también circulan las plaquetas. Estas pequeñas células



Formación de un coágulo sanguíneo. Tomado de Moake, J.L. (2020). «Cómo coagula la sangre». Manual MSD. <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-sangre/coagulaci%3%b3n-de-la-sangre/c%3%b3mo-coagula-la-sangre>



Trastornos de la coagulación en COVID-19. Tomado de Cano-Méndez A.F. y Cruz-Burgos J.M. (2020). <https://www.facebook.com/Know.pow14/photos/a.108563357504740/119434566417619/?type=3&theater>

se encargan principalmente de cerrar las heridas ocasionadas al cortarnos o rasparnos. Su función es formar un tapón que impida la pérdida de sangre a través de la herida. Este tapón lo establecen con la ayuda de alrededor de hasta trece colaboradores llamados **factores de la coagulación**. Estos componentes se activan unos a otros de manera secuencial lo que finaliza en la formación de una malla de proteína (**malla de fibrina**) que da estabilidad y sostén al tapón formado por plaquetas; al producto final se le llama coágulo o «**trombo**».

Al proceso que mantiene la sangre fluyendo en las venas y arterias se le conoce como **hemostasia**, que es un mecanismo altamente regulado y cualquier pérdida en su equilibrio representa un grave problema de salud para el cuerpo. Si los procesos de regulación fallan, pueden ocurrir dos cosas:

- 1) La persona puede sufrir pérdida de sangre descontrolada (**hemorragia**)
- 2) Pueden formarse coágulos sin que exis-

ta ninguna lesión que necesite ser cerrada (**trombosis**).

### ¿Coagulación descontrolada en COVID-19?

Cuando los primeros pacientes graves de COVID-19 ingresaron a las unidades de cuidados intensivos en los hospitales de Asia y Europa, el personal de salud observó algo peculiar en los estudios de sangre: alteraciones en algunos valores relacionados con la coagulación.

Los especialistas notaron que uno de los factores indispensables en la formación de la malla que da sostén al coágulo —el **fibrinógeno**— estaba constantemente elevado. También observaron que los productos que aparecen una vez que el coágulo ha sido eliminado —en un intento del organismo por controlar el desastre—, se encontraban muy elevados (dímeros D). Paralelamente, otro factor se elevaba considerablemente, este componente asemeja una larga cadena y aparece cuando las venas o arterias son lesionadas. Este elemento se conoce

como **factor de von Willebrand** y participa atrapan-do plaquetas motivando la formación de coágulos. Estos datos confirmaban al equipo de salud que en alguna parte del cuerpo se estaba orquestando la formación descontrolada de coágulos.

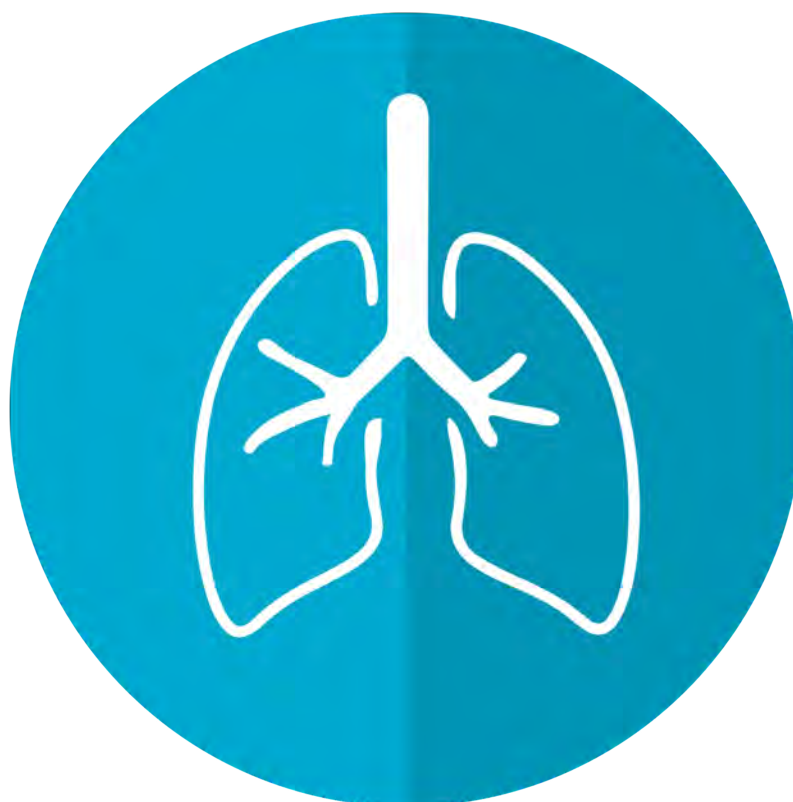
Semanas más tarde se confirmaron las hipóte-sis. Los pacientes graves por COVID-19 presenta-ban coágulos en los pulmones. Aunado al estado de inflamación de estos órganos, los pacientes graves se encuentran postrados en una cama por periodos largos, otro factor que favorece la forma-ción de coágulos, ya que la circula-ción sanguínea se ve entorpe-cida.

Pero no todo son malas noticias. El equipo médico co-menzó con la ad-ministración de medicamen-tos que tienen como obje-tivo inhibir la formación de coágulos, entre ellos la heparina o el rivaroxaban. Los resultados de la aplicación de estos medicamentos, a la par

de los otros fármacos, les han otorgado a los pa-cientes un mejor pronóstico.

Al tratarse de una nueva enfermedad que tomó por sorpresa al mundo entero, del COVID-19 cada día conocemos nuevas cosas. **Mantener de manera estricta las medidas sanitarias** recomen-dadas por las autoridades de salud, es sin duda alguna la mejor opción para disminuir el riesgo de contagio. De la misma manera, el mantener una dieta balanceada y en particular realizar ejercicio

de manera constante, ayuda a la cir-culación sanguínea y mantie-ne sano nuestro sistema de coagulación con-tribuyendo tam-bién a fortale-cer nuestro sistema de defensas. Cuidemos de noso-tros, de nuestras fa-mi-lias y de nuestra comu-nidad.



# ARTÍCULO

## ¿Por qué la gestación subrogada no es ética?

Ramón Ortega Lozano



**Ramón Ortega Lozano.** Doctor en Filosofía especialista en humanidades médicas. Profesor de Bioética, Antropología de la Salud y Comunicación Humana en la Facultad de Ciencias de la Salud San Rafael-Nebrija. Universidad Nebrija, España.

[ortega.lozano.ramon@gmail.com](mailto:ortega.lozano.ramon@gmail.com)

La gestación subrogada ya es legal en algunos países, como es el caso de México; sin embargo, sigue siendo motivo de debate, de demanda social y es, sin duda, parte de la agenda política con miras a cambiar su actual prohibición en España. En este artículo intentaré exponer de forma breve los argumentos éticos que están en contra de esta práctica.

**Para comenzar ¿Qué es la gestación subrogada?**

La gestación subrogada (GS) es también conocida por otros nombres como natalidad subro-

gada, vientres de alquiler, etc. Esta práctica se da cuando una mujer gesta un bebé para entregarlo en el momento de su nacimiento a la persona o personas que se lo han encargado y que van a asumir su paternidad /maternidad. Las partes involucradas en esta práctica son, por un lado, **la gestante** que es la mujer que se embaraza para ofrecer el bebé y, por otro, la persona o personas que se convertirá(n) en padres y/o madres cuando nazca, y a quienes se les define técnicamente como **la parte comitente**. Esta puede ser una pareja heterosexual, una pareja de hombres, una pareja de mujeres, una mujer sola o un hombre en solitario.

Para adentrarnos a los temas éticos alrededor de esta práctica de gestación, hay que hablar primero de la autonomía de la gestante, es decir, su capacidad para tomar decisiones de forma libre e informada, en este caso, para gestar un bebé que tendrá que entregar al término del embarazo.

Una verdadera autonomía exige que la gestante no esté condicionada por **factores externos a la hora de tomar su decisión**, como pueden ser su economía o su estabilidad psico-social. Pueden existir dudas razonables sobre la libertad de deci-

sión de una gestante debido a la inestabilidad en la pareja de esta, adicciones, trastornos psíquicos, la sospecha de incapacidad para afrontar la separación del recién nacido o la evidencia de coacción económica, emocional o social. Como no podemos centrarnos en cada uno de estos aspectos, trataremos el más evidente de ellos: la presión económica, que puede llevar a una mujer a optar por esta práctica para así conseguir dinero a cambio.

### **La gestación subrogada ¿Altruista o comercial?**

La filósofa María José Guerra Palmero opina que apelar solo a la autonomía y obviar cuestiones relacionadas con la igualdad y la justicia, no conduce a un verdadero entendimiento del fenómeno. No puede comprenderse una verdadera libertad de decisión en la gestante sin tomar en cuenta su contexto (y su nivel económico es parte de este). A su vez, hay que mencionar que esta práctica suele llevarse a cabo desde países ricos, donde suele vivir la parte comitente, con gestantes que viven en países pobres. Por tanto, se trata de una práctica que tiene lugar dadas las desigualdades existentes entre las mujeres en un marco global.







Por ello, para combatir esta situación, algunos países han optado por aceptar la **GS altruista** y no la comercial, es decir, que la gestante **no reciba un pago** por llevar a cabo el embarazo, sino que solo recibe una compensación por las molestias y por los gastos del embarazo. Sin embargo, esto no resuelve el problema, pues como dice el Comité de Bioética Español (CBE): «incluso en los países en los que [la GS] se acepta [legalmente], muchos ciudadanos optan por contratarla en el extranjero. En aquellos que solo permiten la gestación subrogada altruista es posible que una persona no encuentre una “gestante desinteresada” y opte por la gestación subrogada comercial en el extranjero». Dicho en otras palabras, la GS pone en peligro a un sector de la población mundial vulnerable: la mujer de países pobres.

Pero como se decía, esta situación atenta sobre todo la capacidad de que la gestante tome una decisión de forma libre, voluntaria y altruista. No se pueden tener las mismas garantías de no explotación de las gestantes en países del extranjero (de países pobres), a donde se suele acudir debido a que, por su escasez, no se hallan voluntarias en los Estados europeos. Incluso sin hablar de explotación, resulta dudoso tener las garantías para comprobar una verdadera voluntariedad de las gestantes en el extranjero. Como defiende en una reciente

publicación (2020), este fenómeno de explotación se vería sensiblemente reducido, si las gestantes formarían parte del mismo Estado/Nación que los comitentes, pues las garantías de su voluntariedad y altruismo estarían mejor vigiladas.

Por otro lado, la **libertad y voluntariedad de la gestante** en el proceso de GS se inicia con la gestación y termina cuando se produce el nacimiento del bebé. En este sentido, la gestante debería poder interrumpir el embarazo o continuarlo en contra de la opinión de los comitentes. Yendo más lejos, se debe defender la autonomía de la gestante incluso en la entrega del bebé, ya que ningún contrato o convenio puede cancelar dicha autonomía. No es algo extraño, ya que en la donación de órganos y en la experimentación humana siempre existe la opción de retirarse o negarse, para respetar la autonomía del que voluntariamente se presta a estos procedimientos. Por tanto, **al nacer el bebé debería exigirse una ratificación** por parte de la gestante si se pretende garantizar su autonomía (como sucede en el modelo del Reino Unido, en el que se entrega al bebé unas semanas después de su nacimiento). Pero lo cierto es que esta forma de posponer la decisión definitiva de entregar al bebé, plantea graves conflictos de intereses entre las partes implicadas. Sin olvidar que el hecho de disminuir el riesgo de explotación para la gestante, incrementa

la inseguridad jurídica del niño, ya que hasta que no acontece el parto y pasan unas semanas, no podrá determinarse quiénes son los padres legales.

Unido a estos conflictos de intereses también se encuentra el tipo de relación que pueden llegar a guardar los comitentes y la gestante, que bien puede ser un vínculo familiar o de amistad. Por ejemplo, podría darse el caso de que la gestante fuera madre de alguno de los comitentes, lo que la convertiría en abuela legal, aunque haya sido la madre portadora (o gestante) o si fuera una hermana sería la madre portadora y tía legal. Estos lazos de unión entre comitentes y gestante, en lugar de simplificar el proceso, hacen más complejo garantizar la autonomía de la gestante, pues dichos vínculos pueden generar una presión afectivo-emocional en ella. El hecho de que **la gestante sea una persona anónima** podría reducir estos problemas. Sin embargo, en la actualidad se habla del concepto de *matching* (emparejamiento) y hay quien defiende que es crucial que comitentes y gestantes se conozcan para crear una relación de confianza y un consenso en las expectativas de ambas partes.

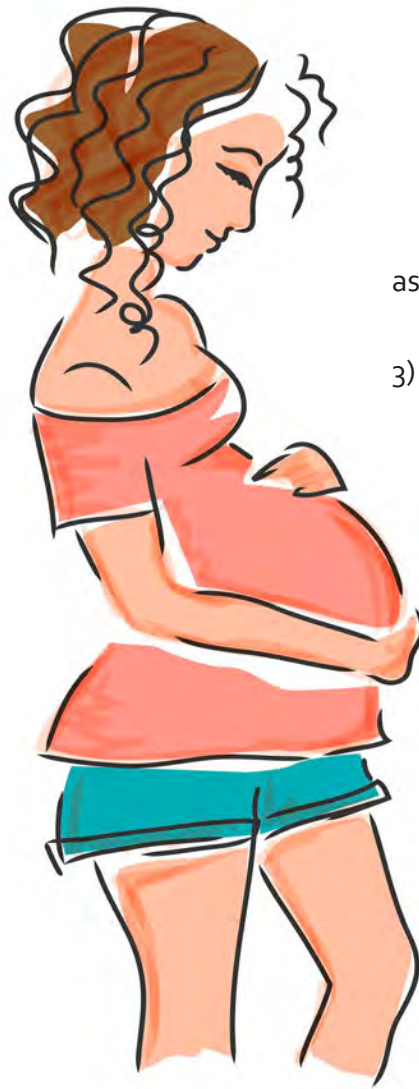
### La legalidad de la gestación subrogada

Finalmente, está el tema del acceso a este servicio. En palabras de María José Guerra: «En primer lugar, es un "servicio" que se paga y en un futuro no parece asumible por ningún sistema nacional de salud, por lo que nos hallamos discutiendo un asunto de bioética para gente adinerada; lo que otras veces he referido como *bioética para privilegiados*». Permitir legalmente esta práctica sin que se incluya en la cartera de servicios de la seguridad social, supone una técnica de la cual solo un puñado de personas privilegiadas podría beneficiarse, fomentando así la desigualdad social. A ello se le suma que la prohibición de la GS en España no parece haber detenido la proliferación de agencias que proponen la posibilidad de llevar a cabo esta práctica en el extranjero. La pareja o persona deseosa de tener descendencia puede acudir al extranjero, lo que amplía los posibles abusos e injusticias y fomenta el «turismo reproductivo». Sin embargo, estas agencias de turismo reproductivo tampoco han dejado de expandirse en países en los que es legal esta práctica, pues debido a la escasez de ges-



tantes altruistas en los países donde viven los comitentes, tienen que buscar en países extranjeros en donde la GS también es legal. No podemos negar que muchos de los países a los que se acude suelen ser los más pobres, como es el caso de Ucrania, lo que vuelve a plantear el problema de la justicia global en el que se ve vulnerada la mujer (la gestante) pobre.

Pese a todos estos argumentos en contra de la GS, es posible plantear un caso en el que no se vulnera a la gestante. Para ello, se propone que esta debe actuar de manera libre y sin ningún tipo de presión externa para salvaguardar su autonomía. Esto exige el cumplimiento de tres criterios:



1) **deberá ser altruista**, es decir, aunque pueda existir una compensación económica no puede haber un interés comercial por parte de la gestante.

2) **la gestante deberá pertenecer al mismo Estado/Nación que los comitentes** y es en dicho Estado o Nación donde se deberá llevar a cabo esta técnica de reproducción humana asistida.

3) **se recomienda el anonimato** para salvaguardar la autonomía de la gestante.

A esto se le podría agregar el debate de si este procedimiento debiera incluirse dentro de la cartera de servicios que se ofrecen en la seguridad social, para evitar el fomento de la desigualdad social.



Boletín Oficial del Estado. (2006). Ley 14/2006, del 26 de mayo, sobre técnicas de reproducción humana asistida. *BOE*.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-9292>

Guerra Palmero, M. J. (2017). Contra la llamada gestación subrogada. Derechos humanos y justicia global versus bioética neoliberal. *Gaceta Sanitaria*, 31(6), 535-538. <https://scielo.isciii.es/pdf/gs/v31n6/0213-9111-gs-31-06-00535.pdf>

López y López, M. T., de Montalvo Jääskeläinen, F., Alonso-Bedate, C., et al. (2017). Informe del comité de bioética de España sobre los aspectos éticos y jurídicos de la maternidad subrogada. *Comité de bioética de España*, Bilbao, 1-92.

[http://assets.comitedebioetica.es/files/documentacion/es/informe\\_comite\\_bioetica\\_aspectos\\_eticos\\_juridicos\\_maternidad\\_subrogada.pdf](http://assets.comitedebioetica.es/files/documentacion/es/informe_comite_bioetica_aspectos_eticos_juridicos_maternidad_subrogada.pdf)

Núñez, R., Feito, L. y Abellán, F. (2015). Propuesta de bases generales para la regulación en España de la Gestación por sustitución. *Grupo de Ética y Buena Práctica Clínica de la Sociedad Española de Fertilidad*, 1-28.

<https://www.sefertilidad.net/docs/grupos/etica/propuestaBases.pdf>

Ortega-Lozano, R., Álvarez-Díaz, J. A., Herreros-Ruiz-Valdepeñas, B. y Sánchez-González M. A. (2018). Gestación Subrogada: aspectos éticos. *Dilemata. Revista internacional de éticas aplicadas*, 28, 63-74.

<https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000248/605>

Ortega-Lozano, R. (2020): La única vía para garantizar que la Gestación Subrogada sea éticamente correcta. *EL-DON. Revista española de bioética*, 53, 36-46.

<https://www.revistaeldon.es/index.php/revistaeldon/article/download/117/92/>

# ARTÍCULO DE PORTADA

## La ciudad de Morelia entre inundaciones y fallas geológicas: Impacto social

Frida Güiza y Erna López-Granados





La presencia de amenazas biofísicas y meteorológicas, no necesariamente implica que sucederá un desastre. No obstante, la desigualdad social, la precariedad, la exclusión, el racismo institucional en contextos de crisis económica, política o ambiental y la corrupción, sí son determinantes para que un evento natural desemboque en un desastre; a esto último se le denomina **vulnerabilidad**.

La ciudad de Morelia, en Michoacán, México, desde su fundación en 1528, se ubica en el **Cinturón Volcánico Transversal**, una zona con presencia de volcanes y sismos. En el centro de la ciudad es posible observar edificios de la época colonial que cuentan paredes de construcción antisísmica como la catedral. Este peligro era el único que tenía la ciudad, pues el centro colonial se construyó sobre pendientes suaves, con menos de 25 % de ellas y lejos de los cauces de los principales ríos que la cruzan: el Río Chiquito y el Río Grande.

### Urbanización de Morelia en zonas de riesgo

En las últimas tres décadas, diferentes zonas urbanas en el centro de México han sido afectadas por hundimientos diferenciales del suelo; generalmente estos procesos se han ligado a la sobreexplotación de acuíferos. En la ciudad de Morelia, este tipo de fenómeno inició en 1983, primero como grietas con desplazamientos casi imperceptibles, hasta alcanzar una geometría de fallas de tipo normal con movimientos diferenciales acumulados hasta de 100 cm. En 1988 se habían identificado en la ciudad de Morelia las siguientes fallas: La Colina, Central Camionera, Chapultepec y la Paloma. Para 1993, el número de fallas aumentó a cinco, con el desplazamiento en la **Falla de Torremolinos**. Hasta el año 2001 se identificaron dos fallas más: la de Cuautla y Ventura Puente, indicativo de que estas aumentan con el nivel de urbanización y la explotación de los mantos acuíferos.

La ciudad de Morelia se urbanizó rápidamente, algunas estimaciones señalan que hasta en un





Fotografía: Frida Güiza y Erna López-Granados.

600 % entre 1960 y 1990. A partir de la década de 1970, la ciudad creció sobre zonas de riesgo donde pueden presentarse inundaciones y hacia lugares donde existen fallas sísmicas activas.

### Impacto social

Son numerosos los fraccionamientos construidos en zonas inundables o que atraviesan una de las fallas de la ciudad, y los constructores parecen no haberse dado cuenta de eso, mientras que los municipios no conocían de estas circunstancias. En sociedades con marcos institucionales débiles, **todos estamos en un enorme riesgo**; sin embargo, nuestras vulnerabilidades son diferentes, ya que una familia de escasos recursos podría tardar años en recuperar sus bienes, a diferencia de las familias con más recursos y estabilidad económica.

Considerando estas condiciones generadas por omisión o ignorancia por parte de las autori-

dades, en Morelia como en muchas otras ciudades del país, los **sistemas de protección civil se encuentran en condiciones deplorables** por la falta de equipos, entrenamiento técnico y personal capacitado, sin considerar que esta situación pone en riesgo la vida de las personas, además de sus patrimonios.

Por otra parte, en un contexto social precarizado, se acentúan las posibilidades de que pequeños eventos de inundación, granizadas y vientos fuertes, rápidamente se conviertan en desastres por las condiciones en que viven nuestros habitantes. Y sí, también la gente con mayores posibilidades económicas sufre las consecuencias de estos eventos; no obstante, sus capacidades económicas les permiten recuperar sus pérdidas materiales más rápidamente. En estos casos, no es el azar necesariamente el que juega, es la corrupción.

### Reflexiones finales o recomendaciones

Las condiciones peligrosas de orden natural como las lluvias, vientos fuertes, inundaciones y la presencia de virus, no son condiciones generadoras de desastres por sí mismas. **Los desastres se construyen en las sociedades** por las decisiones tomadas por sus habitantes y la regulación deficiente, la corrupción, así como por condiciones de orden social como la pobreza, la precariedad, el racismo y la exclusión social.

Una conducta recurrente de las instituciones gubernamentales y algunas desarrolladoras urbanas que intentan **evadir responsabilidades**, es recurrir a las fuerzas incontrolables de la naturaleza. Otras más son, culpar a la víctima de su situación de desastre y la transferencia de responsabilidad

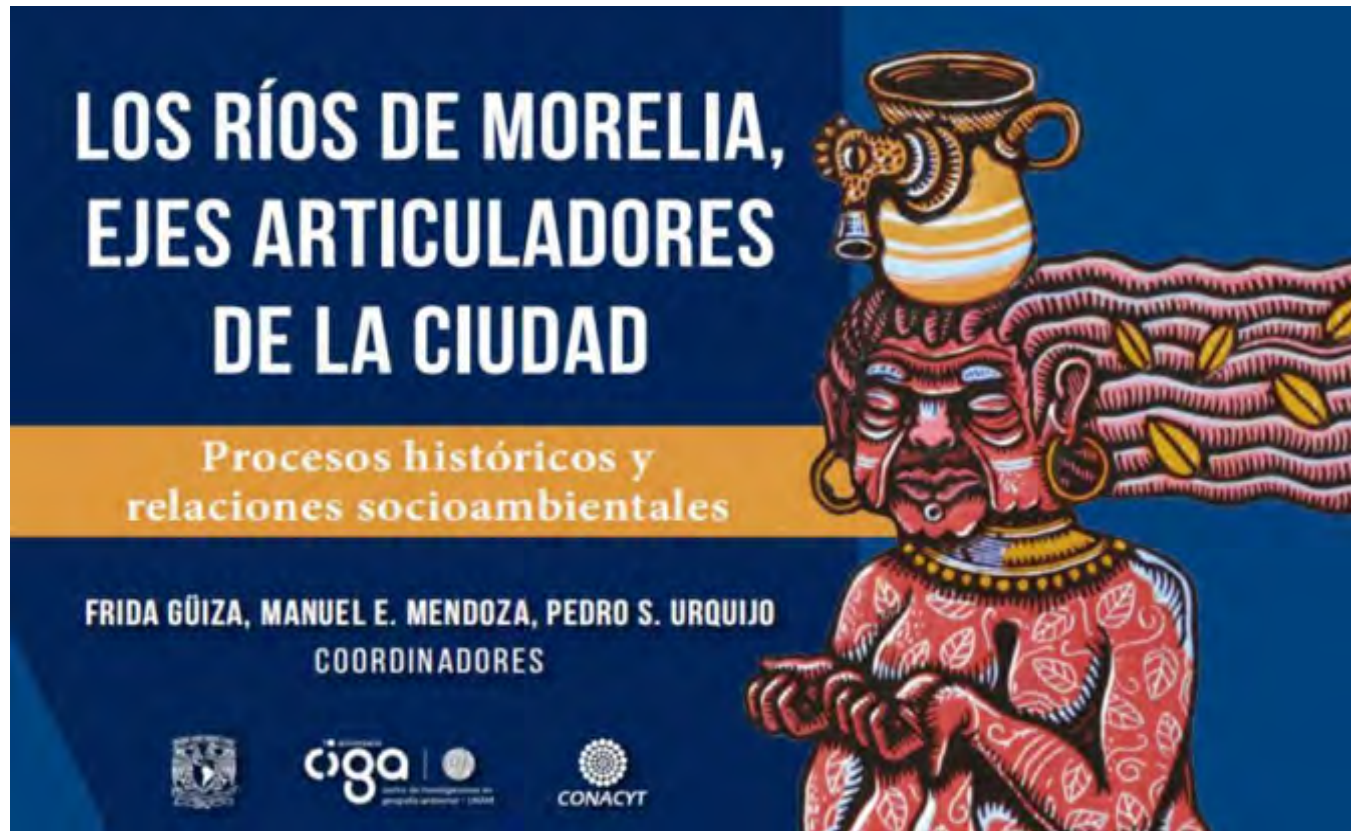
des, apelando a la ignorancia, la flojera o el abuso por vivir en zonas peligrosas. Un ejemplo frecuente es el discurso con respecto a que la basura en las calles genera inundaciones porque tapa las coladeras. Sin embargo, dada la magnitud del problema, no se puede simplificar a tal grado un evento desastroso.

Si quiere conocer mayores detalles sobre las diferentes dimensiones sociales y naturales en la ciudad de Morelia, te invitamos a consultar el libro electrónico disponible para descarga gratuita **Los ríos de Morelia, ejes articuladores de la ciudad. Procesos históricos y relaciones socioambientales** (Güiza, et al., 2020) en el siguiente enlace:

<https://www.ciga.unam.mx/index.php/publicaciones/item/358-rios-morelia-ejes-articuladores>







Portada del libro

**Dra. Frida Güiza.** PhD en Ciencias Ambientales por la Universidad de East Anglia, co-



labora en el posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), su área de especialidad es la vulnerabilidad socioambiental con énfasis en la ecología política.

[frida.guiza@gmail.com](mailto:frida.guiza@gmail.com)

**Erna López-Granados.** Bióloga por la UNAM, con Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y Doctorado en Ciencias en la UNAM. Actualmente se encuentra adscrita al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra "Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy", de la UMSNH. Sus líneas de investigación se basan en el análisis del cambio de cobertura y uso del terreno, crecimiento de ciudades medias y vulnerabilidad social ante los desastres naturales.



Actualmente se encuentra adscrita al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra "Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy", de la UMSNH. Sus líneas de investigación se basan en el análisis del cambio de cobertura y uso del terreno, crecimiento de ciudades medias y vulnerabilidad social ante los desastres naturales.

[erna.lopez@umich.mx](mailto:erna.lopez@umich.mx)



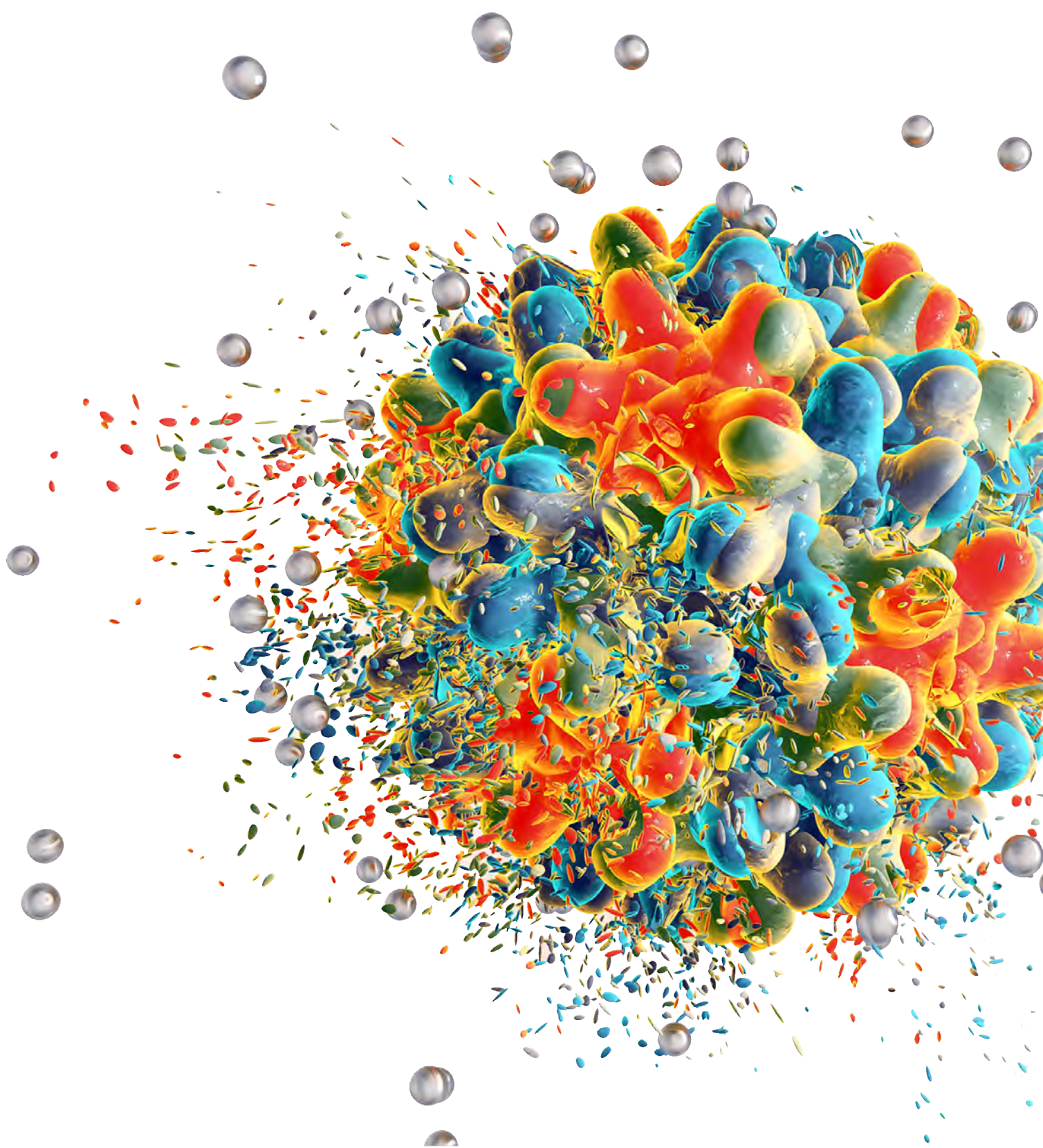
Güiza, F., Simmons, P., Burgess, J. y McCall, M. K. (2016). Chronic institutional failure and enhanced vulnerability to flash-floods in the Cuenca Alta del Río Lerma, Mexico. *Disasters*, 40(1), 112-133. DOI: 10.1111/disa.12134

Güiza, F., Mendoza, M. y Urquijo, P. S. (2020). *Los ríos de Morelia, ejes articuladores de la ciudad. Procesos históricos y relaciones socioambientales*. Universidad Nacional Autónoma de México.

[https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/978-607-30-3748-8-Rios-de-Morelia.pdf](https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/978-607-30-3748-8-Rios-de-Morelia.pdf)

López-Granados, E. M., Bocco, G. y Mendoza-Cantú, M. E. (2001). Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo: el caso de la ciudad de Morelia. *Investigaciones geográficas*, (45), 39-55. <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n45/n45a5.pdf>

# Nanopartículas, nanocápsulas y moléculas en salud y alimentos





Actualmente la nanotecnología está presente en diferentes industrias, tal es el caso de la agricultura, por ejemplo, en el sector salud y alimentario. Para conocer más sobre este interesante tema, te presentamos un grupo de tres artículos que resaltan el concepto de la nanotecnología y la importancia de las propiedades de los nanomateriales.

En el primero de ellos se describen los tipos de nanopartículas especializadas para atacar bacterias, sobre todo, aquellas que causan enfermedades graves y muestran resistencia a los métodos

tradicionales de control, como los antibióticos. Lee este artículo para conocer las diferentes nanopartículas bactericidas.

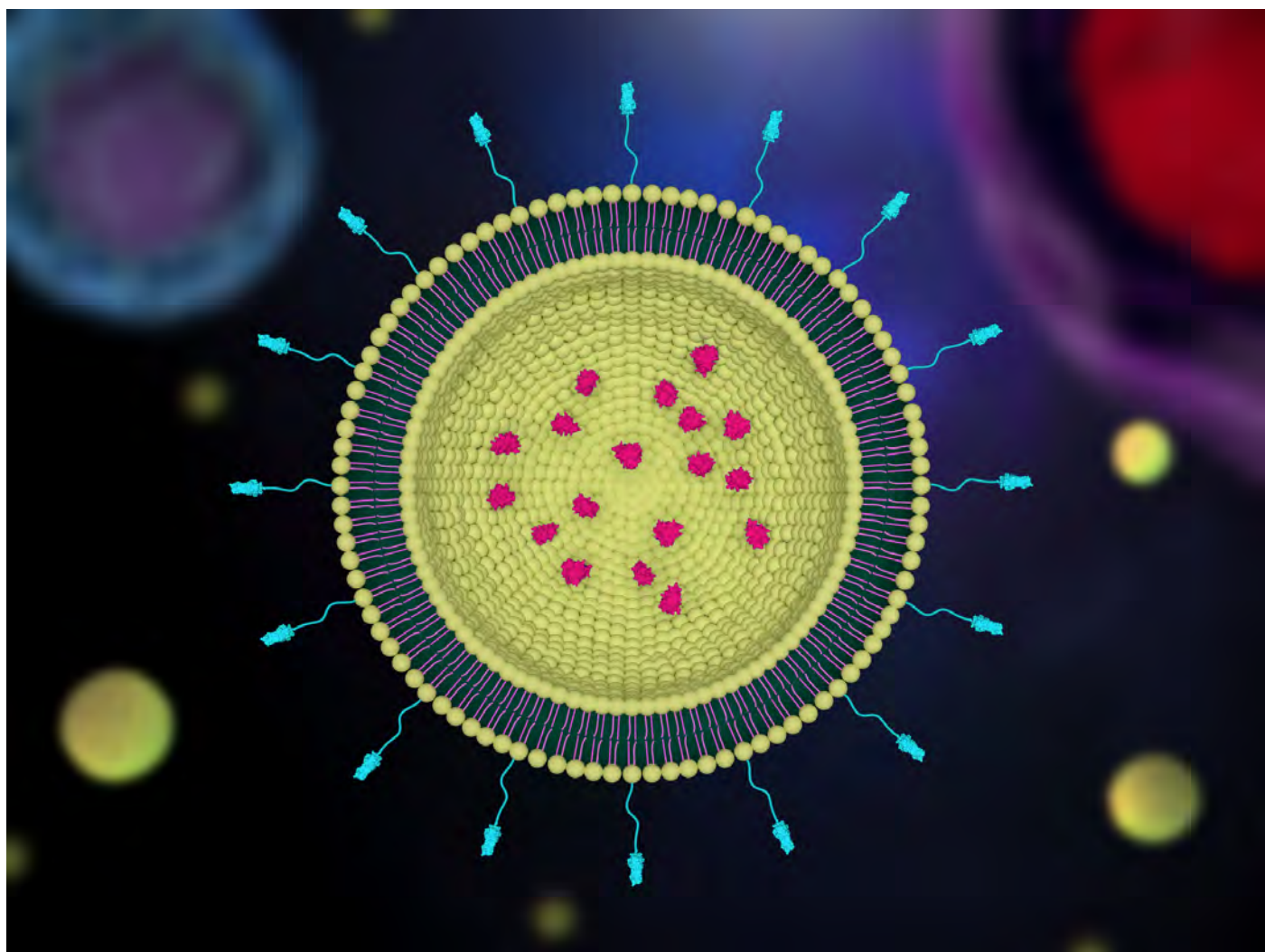
También los microorganismos, como las bacterias y los hongos, atacan a los alimentos durante su vida de anaquel, razón por la cual existe la necesidad de utilizar bioconservadores. Este es el tema del segundo artículo, donde se define a este tipo de conservadores, los cuales pueden ser obtenidos de plantas, bacterias o animales. Un ejemplo de este último caso, es el carbohidrato quitosano, una de las moléculas más utilizada por tener propiedades antibacterianas y antifúngicas, y con el cual se forman películas para cubrir los frutos durante la postcosecha. Esta es una tecnología alternativa para alargar la vida de anaquel.

Finalmente, en el tercer artículo titulado «Nanocápsulas: Su uso nutracéutico», se resalta el uso de las nanocápsulas como aditivo en alimentos para proveernos de nutrientes, es decir, nutracéuticos. Encapsular los nutrientes, favorece el aumento de su absorción y su traslado a los órganos blanco, es decir, donde nuestro organismo los requiere. Este artículo te explica todo el proceso: desde la extracción de un compuesto de interés con propiedades nutracéuticas, hasta los diversos métodos de encapsulación y su potencial uso.

# ARTÍCULO

## Nanopartículas microbidas

Jonathan Eligio Arreola Díaz y Luis Antonio Gutiérrez Bolaños



**Jonathan Eligio Arreola Díaz.** Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo.

[jonathaneligioarreoladiaz1@gmail.com](mailto:jonathaneligioarreoladiaz1@gmail.com)

**Luis Antonio Gutiérrez Bolaños.** Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Nanotecnología de la Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo.

[luisantoniogutierrez.b@gmail.com](mailto:luisantoniogutierrez.b@gmail.com)

Las bacterias son organismos microscópicos que suelen medir entre 0.5 a 5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y **¡Están en todas partes!**, en el aire, en el agua, en la tierra y hasta alimentándose insaciablemente de nuestro cuerpo, pero algunos de ellos forman parte fundamental en nuestros procesos biológicos. Por ejemplo, las que habitan en nuestro sistema digestivo y aquellas que son las responsables de enfermedades como neumonía, septicemia o meningitis y que pueden causarnos la muerte. Hoy sabemos que la forma más eficaz para **eliminar a estas bacterias es el uso de antibióticos,**

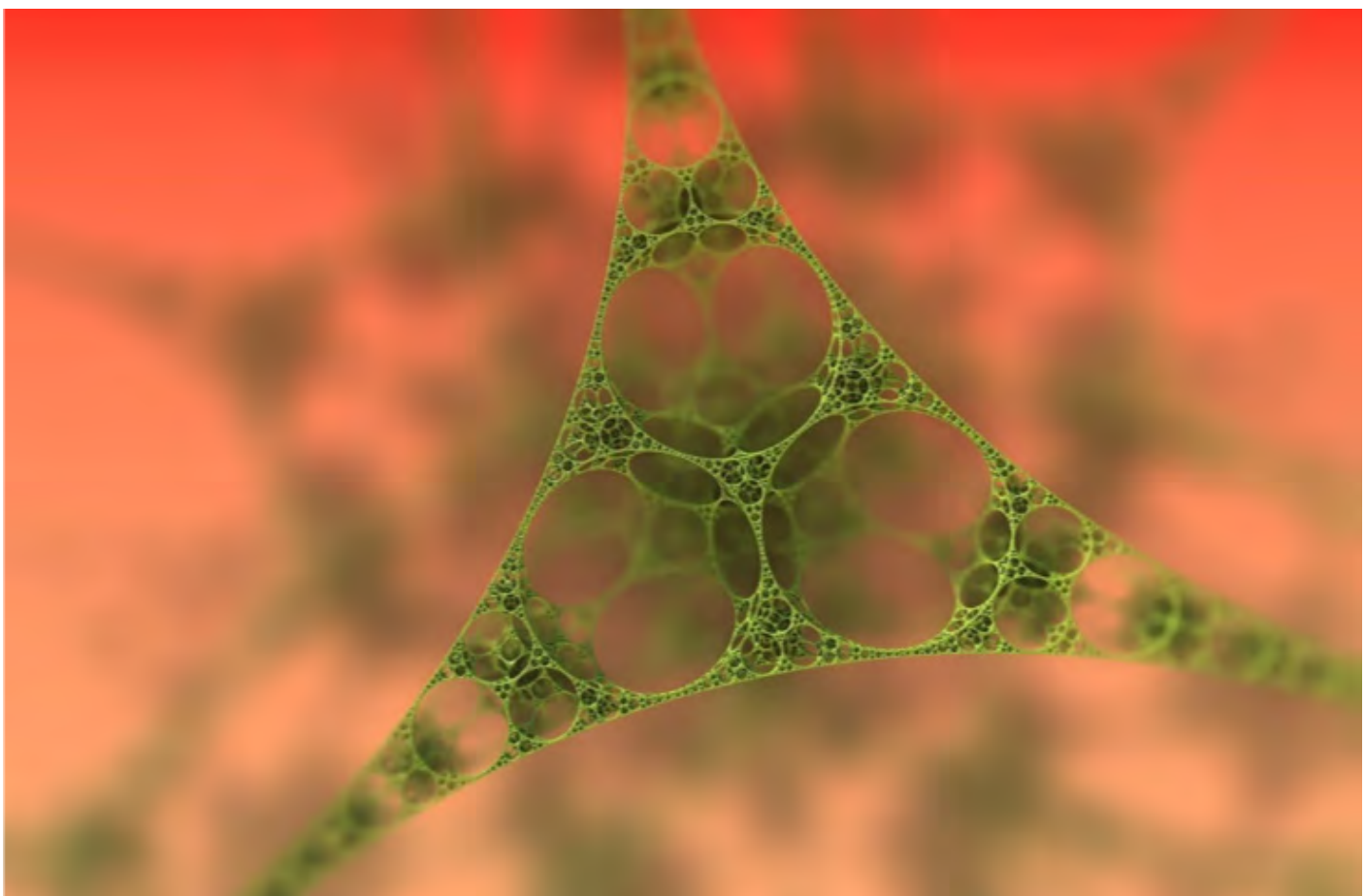
pero a medida que se busca como desaparecerlas o controlarlas, les ayudamos a que en cierta medida se adapten genéticamente a través de mutaciones que les permiten defenderse del efecto bactericida de un antibiótico, haciéndolas mucho más resistentes y reduciendo las posibilidades de eliminarlas.

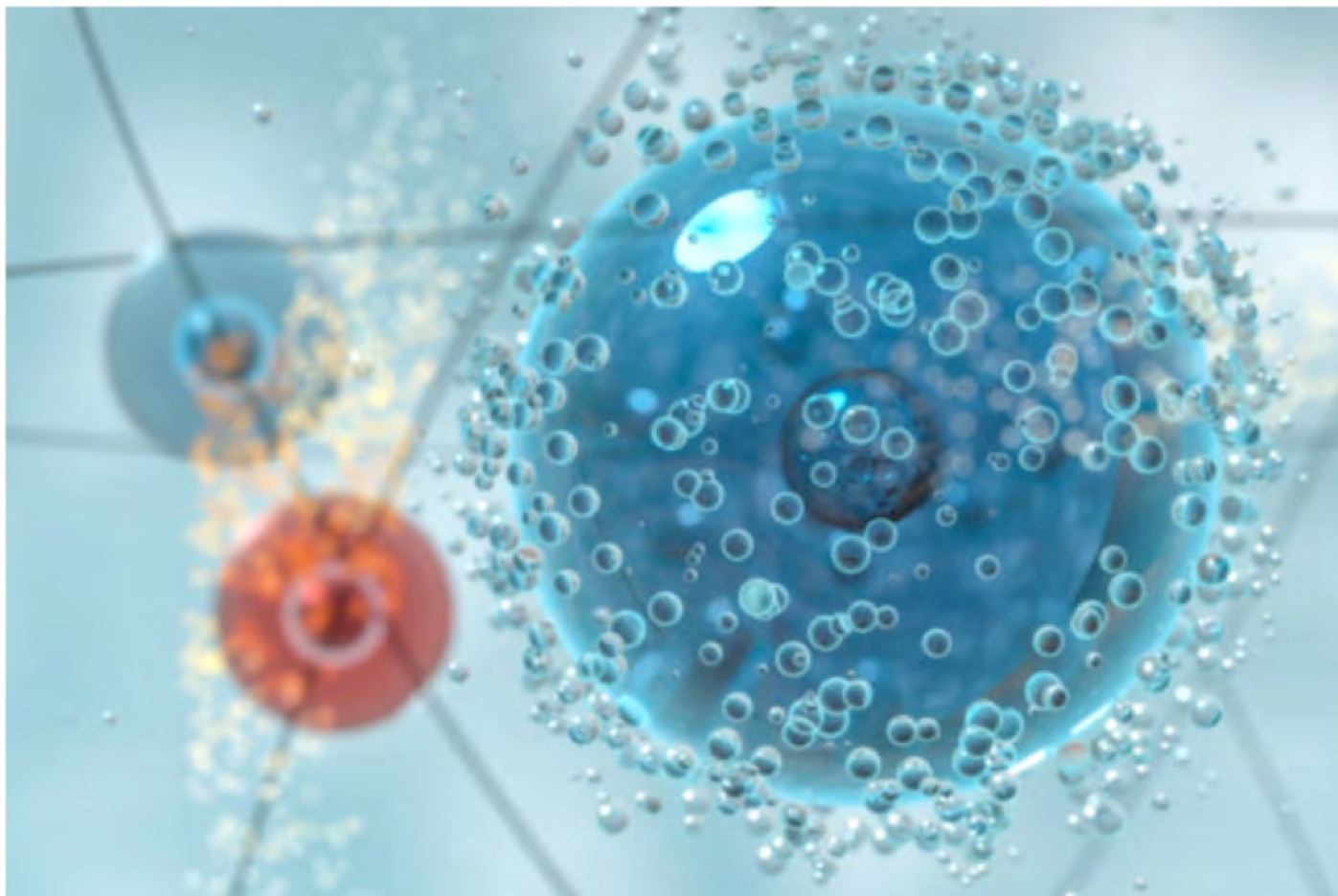
El Centro para el Control y Prevención de Enfermedades y el Instituto Nacional de la Salud de Estados Unidos, reportaron en 2019 la **muerte de más de 35 mil personas por causa de enfermedades provocadas por bacterias resistentes a antibióticos**. Por otra parte, La Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC), ha estimado la muerte de 35,400 personas en 2018, lo que indica que en estas cifras fluctúan las muertes por infecciones bacterianas en los años recientes. Las bacterias con mayor urgencia por tratar son *Neisseria gonorrhoeae*, *Clostridioides difficile* y diversas especies de la familia Enterobacteriaceae, entre otras más que se presentan como las principales.

### ¿Por qué la nanotecnología es una opción contra este tipo de bacterias?

La nanotecnología ha llegado a subsanar muchas de las desventajas que se tienen ante la eliminación de bacterias resistentes, pues su ventaja está en que podremos manipular la materia a una escala nanométrica, es decir,  $10^{-9}$  (0.000000001) veces más pequeña que el tamaño de una bacteria para diseñar nanopartículas especializadas que ataquen sus puntos débiles y así controlarlas. Algunos ejemplos de **nanopartículas antimicrobianas** son las que se sintetizan con plata (Ag), oro (Au), óxido de zinc (ZnO), óxido de calcio (CaO), dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido de cobre (CuO) y el óxido de magnesio (MgO), entre otros ejemplos. Algunas de estas, han mostrado gran **efectividad ante la inhibición bacteriana**.

Una gran ventaja sobre el uso de los nanomateriales es la facilidad de integrarlos en superficies, pues tienen la característica de que su efecto bactericida puede prolongarse dependiendo de la mane-





ra en que se sintetice el material. Así, su aplicación se ve mayormente aplicada en áreas de atención hospitalaria, en la conservación de alimentos, en la elaboración de objetos de bioseguridad o seguridad sanitaria, que son muy pertinentes en época de pandemia como la de Covid-19. Por lo tanto, el desarrollo de recubrimientos o dispersión a una concentración de nanomateriales amigable para la salud con efecto antimicrobiano, es una de las premisas para la implementación de la nanotecnología en la lucha no solo contra bacterias, sino también contra los virus.

### ¡Nanopartículas al ataque!

Con el uso de nanopartículas se ha logrado **eliminar a microorganismos potencialmente infecciosos** y esto ha llamado la atención de muchas áreas de investigación en todo el mundo. Algunos mecanismos o sitios de acción por los cuales estas nanopartículas tienen efecto sobre bacterias son el limitar sus capacidades metabólicas de supervivencia y el desintegrar la pared celular en sus componentes más sencillos, en los que hay que considerar

las siguientes condiciones para lograr dicho efecto:

- Las nanopartículas antimicrobianas contienen iones metálicos. Dicha carga eléctrica interactúa con los grupos funcionales de las proteínas (grupo amino-NH), grupos carboxilo (-COOH) y ácidos nucleicos, afectando la función enzimática, la estructura celular, lo cual origina un desbalance en la bacteria.
- El estrés oxidativo es provocado por Especies Reactivas de Oxígeno (ERO), como el radical superóxido ( $O_2^-$ ), el radical hidroxilo (OH), el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y el oxígeno molecular ( $O_2$ ). Las ERO desestabilizan la integridad de los enlaces bioquímicos de los principales componentes de la cubierta bacteriana y afectarán la replicación de su material genético.
- Los mecanismos no oxidativos son consecuencia de la concentración de nanopartículas que origina una interrupción del metabolismo de aminoácidos, lípidos y la generación de energía en forma de ATP, y también de su capacidad de replicación, así como la respuesta ante el ataque de las nanopartículas.

## Nanopartículas de Óxido de Zinc (ZnO)

Las nanopartículas de ZnO se caracterizan por su estabilidad química y por tener una baja toxicidad en células humanas; sin embargo, tienen un efecto bactericida en bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, así como en las esporas de hongos resistentes a altas temperaturas y altas presiones. Podemos mencionar que las nanopartículas de ZnO tienen efecto sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Se conoce que la actividad antibacteriana de las nanopartículas de ZnO es inversamente proporcional a su tamaño y directamente proporcional a su concentración. La presencia de estas nanopartículas conlleva a la generación de un ambiente ácido en el interior de las bacterias, donde las nanopartículas se disuelven formando iones  $Zn^{+2}$ , que se unen a las biomoléculas dentro de la célula bacteriana inhibiendo su crecimiento e induciendo el estrés celular.

### ¡La nanotecnología es lo de hoy!

La realidad es que la nanotecnología es un tema de estudio cada vez más frecuente entre la comunidad científica. Su relevancia es tal, que puede ser la clave para sobrellevar los tiempos en los que vivimos actualmente, al centrarse en **estudiar los mecanismos específicos para atacar virus y bacterias**. Con la llegada de virus nuevos y bacterias multirresistentes, las nanopartículas de óxidos metálicos se presentan como un candidato excepcional para el control de estos microbios. Hasta ahora se puede decir que las nanopartículas con efecto antiviral



han  
lo -  
grado  
el virus  
za H1N1,  
tratamien-  
tos antivirales contra el  
Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), el virus de la hepatitis C y virus del herpes simple tipo 1 y tipo 2. Todo esto, es debido a que las nanopartículas antivirales promueven la inhibición de su recubrimiento viral (cápside), su capacidad de inhibir la actividad de la ARN polimerasa y de su material genético.

Si bien es cierto que las investigaciones en años recientes se han centrado en la prevención y pretratamiento de infecciones causadas por *E. coli*, *S. aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, la nanotecnología tiene el potencial para posicionarse como una herramienta biotecnológica de las más importantes del siglo XXI. **La nanotecnología es la clave para combatir problemas de talla mundial atacándolos desde una perspectiva nanométrica, como la infección causada por bacterias multirresistentes a los antibióticos.** Sin lugar a dudas, ¡la nanotecnología ha llegado para quedarse!



Milovanovic, M., Arsenijevic, A., Milovanovic, J., Kanjevac, T. y Arsenijevic, N. (2017). Nanoparticles in Antiviral Therapy. En Mihai Grumezescu A., *Antimicrobial Nanoarchitectonics*, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia, Chapter 14, 383-410. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323527330000148?via%3Dihub>

Siddiqi, K. S., ur Rahman, A. Tajuddin y Husen, A. (2018). Properties of Zinc Oxide Nanoparticles and Their Activity Against Microbes. *Nanoscale Research Letters*, 13(141), s.p. <https://doi.org/10.1186/s11671-018-2532-3>

Vazquez-Muñoz, R. y Huerta-Saquero, A. (2014). Nanomateriales con actividad microbicida: una alternativa al uso de antibióticos. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria*, 7(13), 37-47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2014.13.48707>

Zavaleta-Espejo, G., Saldaña Jiménez, J., et al. (2019). Efecto antibacteriano de nanopartículas de ZnO sobre *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi*. *Arnaldoa*, 26(1), 421-430. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26122>

# ARTÍCULO

## Recubrimientos biológicos en la conservación de frutos

Rafael Jiménez Mejía y Pedro Damián Loeza Lara



**Rafael Jiménez Mejía.** Profesor e Investigador en la Licenciatura en Genómica Alimentaria en la Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMICH).  
[rjimenez@ucienegam.edu.mx](mailto:rjimenez@ucienegam.edu.mx)

**Pedro Damián Loeza.** Profesor e Investigador en la Licenciatura en Genómica Alimentaria en la Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMICH).  
[pdloeza@ucienegam.edu.mx](mailto:pdloeza@ucienegam.edu.mx)

Con mucha frecuencia nos preguntamos cuál es la importancia de realizar investigación científica sobre la conservación de frutos en postcosecha, esta etapa posterior a la cosecha cuyo propósito es la preservación de diversos productos agrícolas, ya que generalmente se piensa que una vez que dicha actividad se lleva a cabo, los productos se transportan inmediatamente al mercado para su venta al consumidor, sin tomar en cuenta diversas actividades de manejo que deben realizarse para ofrecer productos de calidad, principalmente cuando se trata de frutos para exportación.



En este sentido, destacamos el valor que tiene la investigación en esta etapa, ya que los mercados del mundo globalizado han favorecido que la conservación de frutos después de cosecharlos, adquiera cada vez mayor relevancia, debido a la necesidad de llevar alimentos a otros países y lograr que estos mantengan sus propiedades sensoriales como su apariencia, color, aroma, sabor y textura, así como su calidad nutricional, lo que demanda investigación e innovación continua para el desarrollo de diversas tecnologías.

La maduración es una etapa durante la cual ocurren cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos en los frutos y la cual es necesaria para que podamos consumirlos, esto lo notamos por el ablandamiento y el envejecimiento que ocurre en estos. Algunos frutos son altamente perecederos, maduran y pierden su calidad como alimento debido a su elevada actividad metabólica, serie de reacciones bioquímicas que se dan en las células y que ocurren durante la maduración. La pronta madura-

ción de los frutos ocasiona pérdidas para los productores de hasta un 40 % del valor de la cosecha, antes de que llegue al consumidor final.

**La maduración de los frutos y sus cambios post-cosecha**

De manera general hay dos tipos de madurez: la fisiológica, que es cuando el fruto alcanza su máximo tamaño y sus semillas tienen los embriones listos para germinar; y la de consumo, que es cuando el producto reúne las características ideales para poder comerlo. Además, los frutos se clasifican en dos grupos, con el propósito de facilitar su manejo postcosecha: 1) aquellos que no pueden madurar cuando son separados de la planta (**frutos no climatéricos**); y 2) los que pueden madurar aún separados de la planta (**frutos climatéricos**). En la figura 1, te mostramos algunos ejemplos.

En la etapa de madurez de consumo se presentan los cambios más importantes del fruto, mismos que se observan en la **modificación del color**,

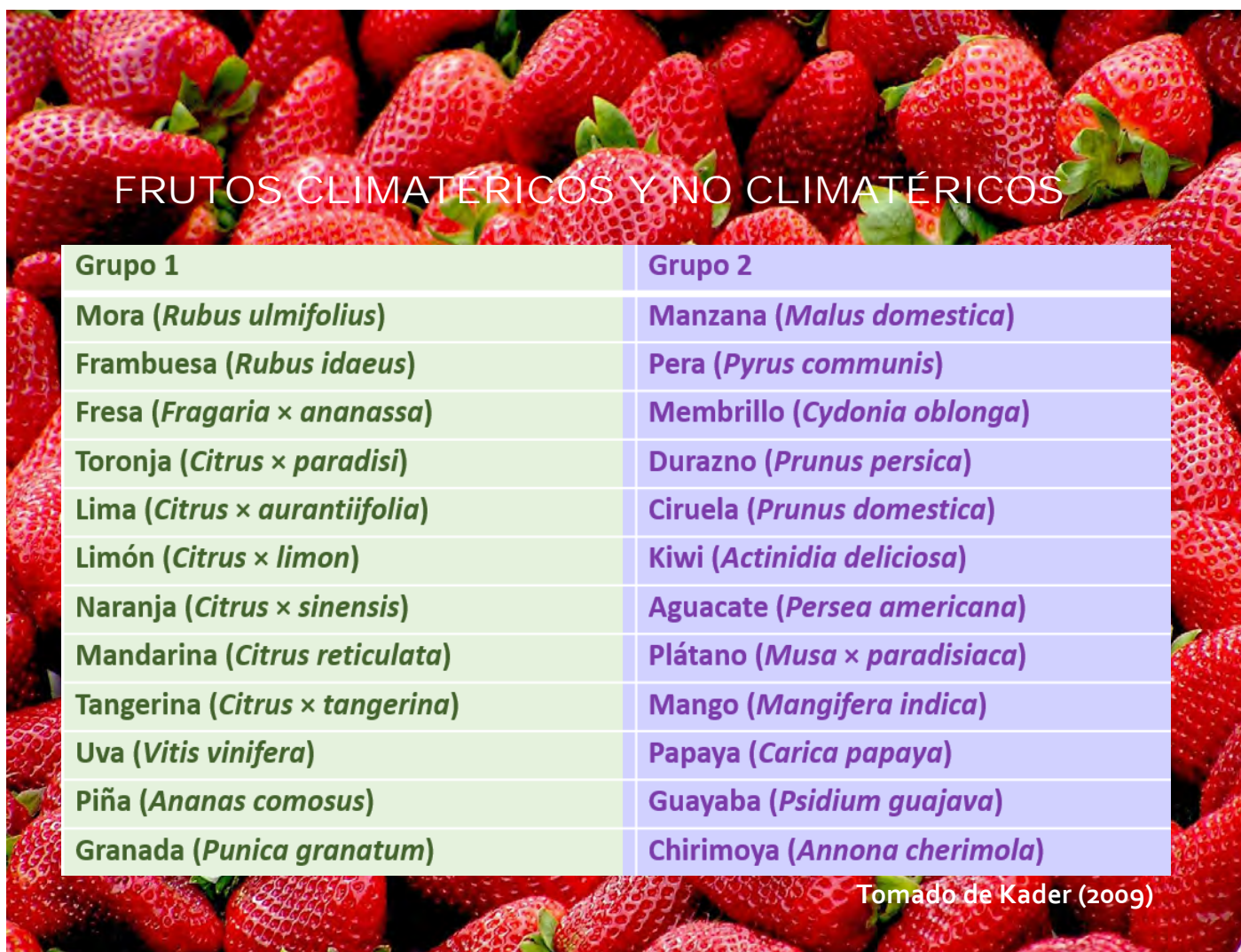
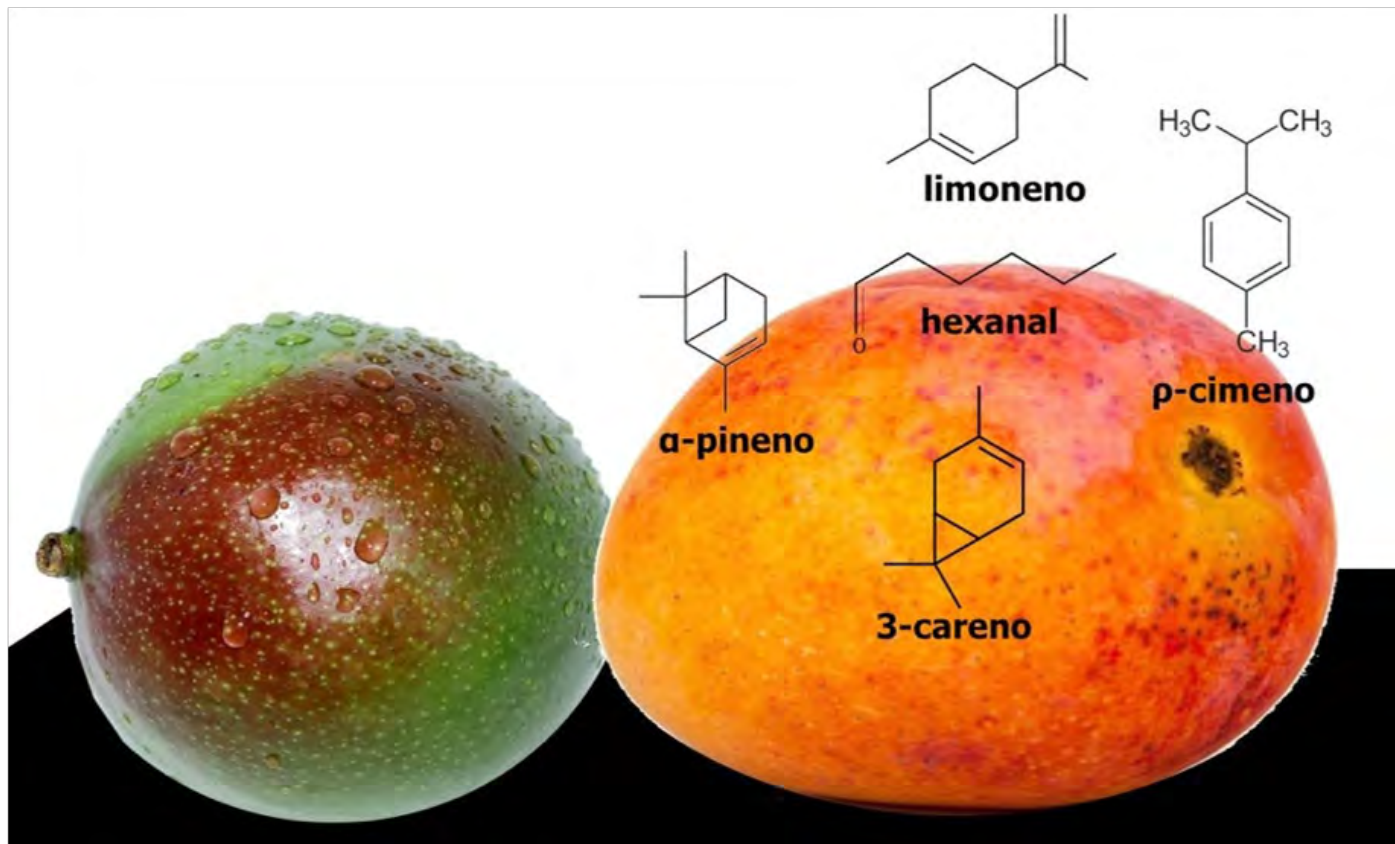


Figura 1



por lo general se reduce el color verde debido a una disminución en el contenido del pigmento verde clorofila y un aumento en la síntesis de pigmentos amarillos, naranjas, rojos y azules, por la producción de compuestos químicos llamados carotenoides, antocianinas, entre otros, que le dan un aspecto más atractivo como color y aroma.

Otro de los cambios importantes es la **modificación del sabor** debido a la disminución del almidón y aumento en el contenido de azúcares más simples, lo que hace que los frutos sean dulces. La desaparición de taninos, ácidos orgánicos y otros compuestos que le dan acidez y un sabor amargo, también es importante. Asimismo, estos **desarrollan aromas exquisitos** debido a la síntesis de compuestos volátiles, que son específicos de cada fruto. Por ejemplo, los compuestos limoneno, alfa-pineno, y 3-careno, para-cimeno y hexanal, por mencionar algunos, en frutos de mango.

La firmeza también se modifica, ya que la textura cambia por la degradación del almidón, las pectinas y otros componentes de la pared celular, así como la **disminución de la fibra**. De esta manera, los frutos se tornan blandos y listos para su consumo, desafortunadamente, todo esto los vuelve más susceptibles a ser dañados durante el manejo

posterior a la cosecha, ya sea por daño mecánico o por el ataque de microorganismos patógenos, principalmente hongos.

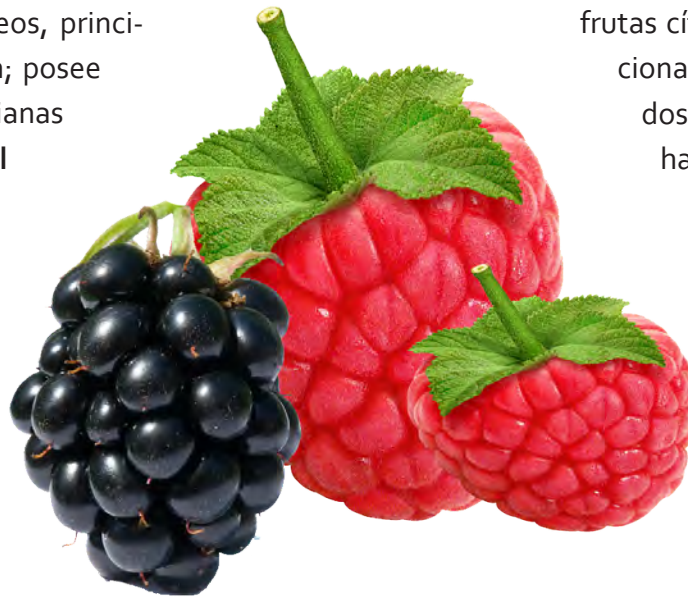
#### La tecnología en la conservación de los alimentos

Existen diferentes tecnologías para conservar y alargar la vida de anaquel de los alimentos, es decir, para que permanezcan más tiempo con las condiciones óptimas antes de consumirlos. Entre estas, destaca el uso de **conservadores químicos** como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), entre otros; tenemos también **tratamientos físicos** como el uso de calor y almacenamiento a bajas temperaturas, por mencionar algunos; además se utilizan **tratamientos combinados** como el calor más irradiación infrarroja. El empleo de **conservadores de origen biológico** es algo más novedoso y pueden utilizarse compuestos derivados de diversos organismos como microorganismos, plantas y animales.

Un conservador biológico se define como aquella sustancia de origen natural que mantiene en buen estado tanto los alimentos vegetales, como los de origen animal, y aunque no ha sido aceptado por la Real Academia Española, pueden ser llamados «bioconservadores» o «biopreservadores». Existen diversos conservadores de este tipo, entre

los que destacan los **obtenidos de plantas** como el ajo, canela, orégano, pimienta y chile, entre otros; los de **origen bacteriano** como los péptidos antimicrobianos (proteínas pequeñas), entre los que resaltan la nisina producida por la bacteria *Lactococcus lactis* y la pediocina proveniente de la bacteria *Pediococcus acidilactici*; así como los de **origen animal** como el carbohidrato quitosano.

Este último es uno de los más ampliamente estudiados y, por lo tanto, el más usado. El quitosano es un carbohidrato polimérico [poliβ-(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glucosa] que se obtiene de la parte externa que cubre a los crustáceos, principalmente la de camarón; posee propiedades antibacterianas y antifúngicas. **Con el quitosano se forman películas semi-permeables** para cubrir los frutos durante la post-cosecha, con lo cual se disminuye la respiración, se retrasa la maduración y la deshidratación de los frutos, manteniendo al mis-



tiempo sus propiedades organolépticas. Por lo anterior, el uso de películas con quitosano es una tecnología alternativa para alargar la vida de anaquel, principalmente para productos de exportación, no solo limitando la maduración de los frutos, sino que también evita su contaminación por bacterias y hongos.

Estas películas se usan con éxito en el recubrimiento de **frutos templados y tropicales**, bien sea sola o en combinación con otros tratamientos orgánicos e inorgánicos, en donde la ciruela mexicana, el aguacate, la papaya, el jitomate, el mango, la uva, la fresa, la pera, la manzana, frutas cítricas y el durazno, por mencionar algunos, han sido beneficiados, ya que su vida de anaquel se ha extendido y su calidad se ha mantenido.

Esta información nos permite reconocer la importancia de realizar investigación científica, así como la aplicación de tecnologías de conservación en el área de alimentos, particularmente de frutos en post-cosecha, ya que el proceso de maduración y envejecimiento han resultado ser todo un desafío para el sector agroalimentario.



Bautista-Baños, S., Ventura-Aguilar, R. I., Correa-Pacheco, Z. y Corona-Rangel, M. L. (2017). Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest - a review. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23, 103-121.  
<http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.11.030>

Kader, A. (2009). Madurez, maduración y relaciones de calidad de la fruta. En Pinar, G. S. (Editora), *Maduración de la fruta y manejo del etileno*, California, University of California, Davis. p. 86.  
<http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/files/299045.pdf>

Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alía-Tejascal, I., Cortes-Cruz, M. A. Palomino-Hermosillo, Y. A. y López-Guzmán, G. G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19, 4075-4087.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153823018.pdf>

Moreno, A., León, D. F., Giraldo, G. A. y Ríos, E. (2010). Análisis del perfil de compuestos volátiles del mango (*Mangifera indica* L. Var. Tommy Atkins) tratado por métodos combinados. *Revista Colombiana de Química*, 39, 61-72.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309026683005>

# ARTÍCULO

## Nanocápsulas: Su uso nutracéutico

Karen Fabiola Tena Rojas y Ma. Guadalupe Garnica Romo



**Karen Fabiola Tena Rojas.** Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, área Biotecnología Alimentaria de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[L.n.karentena@gmail.com](mailto:L.n.karentena@gmail.com)

**Ma. Guadalupe Garnica Romo.** Profesor e investigador Titular C de T.C. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[gromar05@hotmail.com](mailto:gromar05@hotmail.com)

Los alimentos son nuestra principal fuente de nutrición y un proveedor vital de micronutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento de nuestro organismo. Los principales nutrientes, carbohidratos, grasas y proteínas están disponibles libremente en diferentes proporciones en nuestra dieta diaria. Muchos de los procesos biológicos que ocurren en el cuerpo, además de los **macronutrientes**, también requieren vitaminas y minerales (**micronutrientes**) para un óptimo funcionamiento. Estos micronutrientes se encuentran en cantidades mucho más pequeñas y dependen del estado físico y estilo de vida para su adecuada absorción en el cuerpo.

La **biodisponibilidad** de un nutriente depende tanto de su disponibilidad como de su capacidad de absorción, por tanto, tener un suministro mayor no significa que esta sea alta, solo que se absorbe más. La biodisponibilidad depende de la estabilidad del nutriente en el entorno intestinal, su solubilidad y su modo de absorción, razones por las cuales la encapsulación de estos componentes activos resulta en una herramienta atractiva que facilita la distribución de estos componentes en nuestro organismo.

Para saber más, sigue leyendo este artículo donde te hablaremos de esta herramienta, pero con nanotecnología, de las nanocápsulas y su uso como aditivo en alimentos que nos provean de nutrientes, es decir, nutraceuticos.

### La importancia de encapsular

En la actualidad hay un aumento en el interés de la población por el consumo de componentes naturales de los alimentos, y sobre todo, en aquellos que se caracterizan por ser compuestos naturales no sintéticos, con el objetivo primordial de prevenir, tratar o mejorar su salud general. Sin embargo, muchos de estos compuestos encontrados en diversas fuentes alimenticias o suplementos, deben

pasar por una serie de «obstáculos» digestivos para poder ser aprovechados. En este camino, algunos serán absorbidos, otros serán desechados o simplemente el alimento no proveerá suficiente cantidad de nutrientes, sobre todo en aquellos casos donde la necesidad de estos aumenta.

Además, muchos **componentes dietéticos también pueden actuar de manera antagónica**, por ejemplo, el consumo de grandes cantidades de fibra dietética disminuye la absorción de magnesio y otros minerales y nutrientes. Por otro lado, otro factor que puede mermar la utilización de los nutrientes y de los compuestos activos es su vida media, ya que puede ser muy limitada, generando como resultado que su potencial para actuar como agentes terapéuticos de manera exitosa se vea muy disminuida. Aun cuando los alimentos de consumo diario contengan abundantes nutrientes, ya sea suplementados o adicionados, no significa que la biodisponibilidad de estos sea alta, ya que esta depende de la estabilidad del nutriente en el entorno intestinal, su solubilidad y el modo de absorción de cada individuo. De esto precisamente nació la idea de encapsular algunos nutrientes.

Para abordar estas limitaciones, los científicos han explorado varias técnicas para reducir el

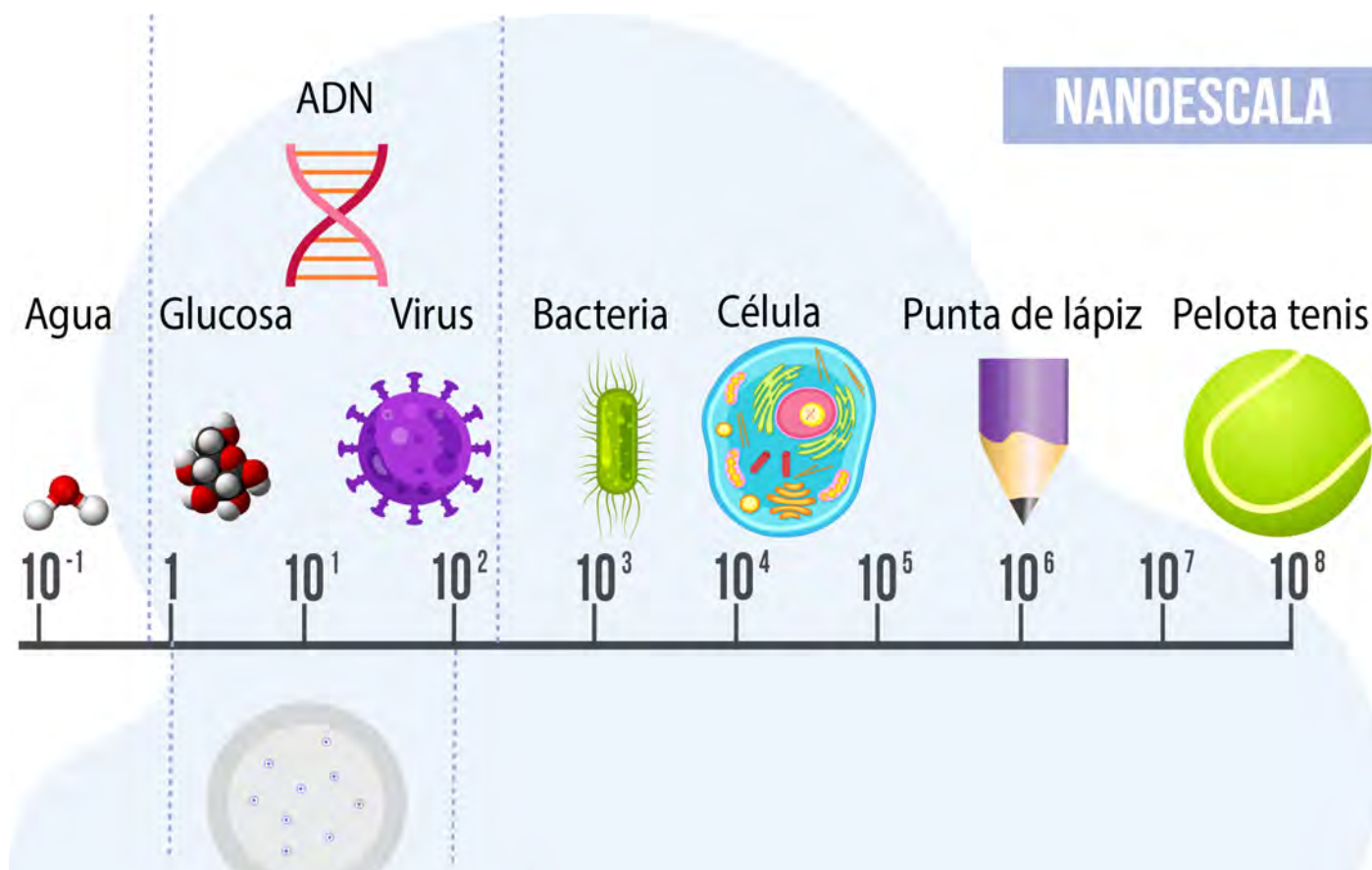


Imagen elaborada por la autora: Tena-Rojas K.F. 2020

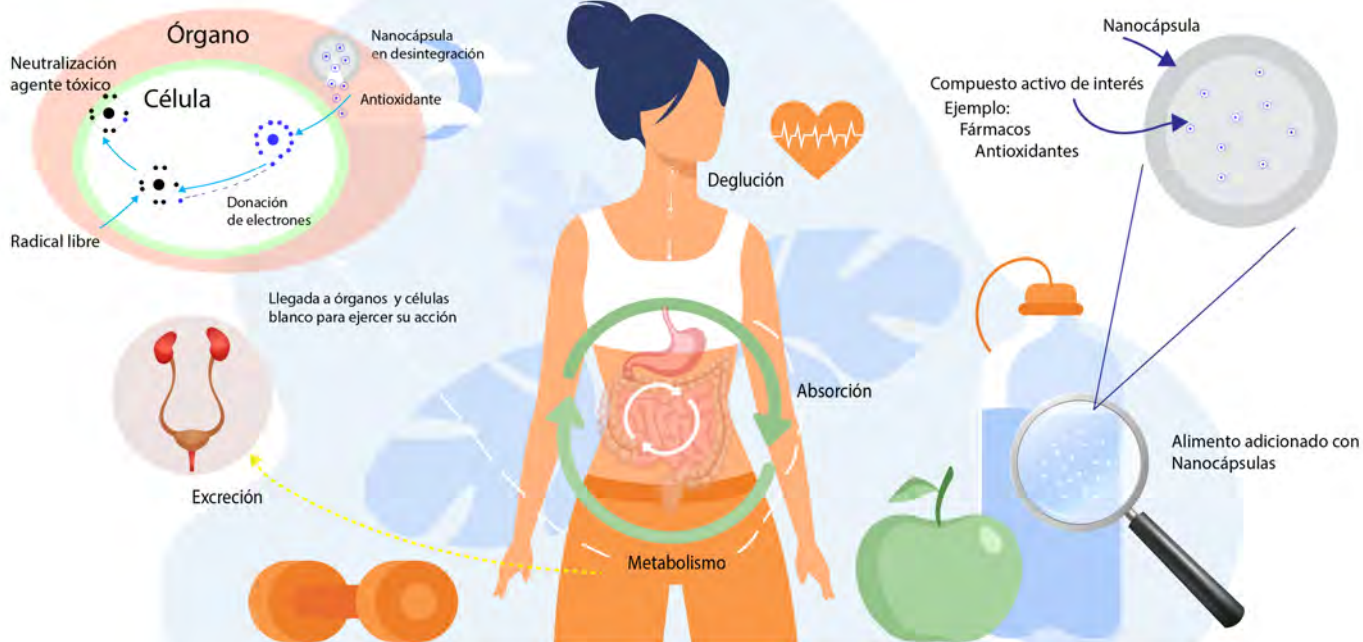


Imagen elaborada por la autora: Tena-Rojas K.F. 2020

tamaño de partícula de muchos compuestos, con el propósito de mejorar su actividad biológica y, además, para favorecer la protección de estos componentes activos cuando los ingerimos. La herramienta más prometedora para lograrlo es mediante la **técnica de encapsulación**.

Con la encapsulación se favorece el aumento en la absorción y el traslado de los nutraceuticos a los órganos blanco y para proteger y entregar los nutrientes, es decir, donde nuestro organismo los requiere.

### Pero ¿Qué es nanoencapsulación?

Las ideas y conceptos detrás de la nanotecnología y la nanoencapsulación comenzaron con una charla titulada «Hay mucho espacio en la parte inferior» dada por el físico Richard Feynman en la American Physical Society en el Instituto de Tecnología de California (CalTech) el 29 de diciembre de 1959. En esta charla, Feynman describió un proceso en el cual los científicos podrían manipular, así como controlar átomos y moléculas de forma individual. Más de una década después, el profesor Norio Taniguchi acuñó el término nanotecnología y, junto con el desarrollo del microscopio de túnel de barrido en

1981 por Gerd Binnig y Heinrich —ganadores del premio Nobel—, se considera que se inició la **nanotecnología moderna**.

La nanotecnología en la actualidad se utiliza en muchas áreas, como la física, mecánica, materiales, biomédica, en la industria de alimentos y nutrición; en esta última, está ampliamente aceptada y se ha estableciendo como un gran potencial en el área de los nutraceuticos. Los **nutraceuticos o componentes activos** se definen como productos provenientes de alimentos cuyas características nutricionales y funcionales proporcionan beneficios contribuyendo a mejorar la salud, por ejemplo, las vitaminas, minerales, aceites esenciales, polifenoles, probióticos, entre otros cientos de compuestos más.

En términos generales, esta área de la ciencia se basa en reconocer a las partículas con tamaños entre diez y 100 nanómetros, denominadas «**nanopartículas**», las cuales son más pequeñas que una bacteria, por lo que no podemos apreciar estos tamaños a simple vista, característica que les permite atravesar con mayor facilidad todas las barreras fisiológicas a las que se han de enfrentar desde el largo viaje por el tracto digestivo. La nanoencapsu-

lación permite que estos componentes activos reciban una mayor absorción y distribución en nuestro organismo. Todo inicia desde la extracción de los compuestos de interés de sus fuentes alimenticias, hasta ser encapsulados por medio de técnicas químicas o mecánicas como la **aspersión**.

Para cumplir con el anterior objetivo se necesita formular al transportador perfecto, denominado **nanoportador**, el cual está hecho a partir de sustratos como polisacáridos, proteínas y lípidos, que tienen el objetivo de encapsular y de dar estructura protectora, una menor degradación y una mayor biodisponibilidad del nutraceutico. Este portador, que conocemos como nanocápsula, se encarga de llevar consigo el componente bioactivo de interés para que pueda ejercer su acción.

### ¿Cómo se utiliza a favor de nuestra salud?

Actualmente podemos encontrar nanoencapsulados en muchos productos de uso diario, como son cosméticos y fármacos, entre los más comunes. En la nutrición es de gran interés debido al alza y persistente prevalencia de enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes *mellitus* y cáncer.

Compuestos como las vitaminas (naturales o suplementadas) son esenciales para una vida saludable. La vitamina C se oxida muy fácilmente y por consecuencia se pierde su actividad antioxidante, por lo tanto, las **técnicas de nanoencapsulación son utilizadas para estabilizar las vitaminas A, D y E, y las del complejo B de su oxidación**, al evitar su exposición al calor, luz y almacenamiento durante largos períodos, favoreciendo la prevención de enfermedades propias por la deficiencia de estos micronutrientes o por la necesidad de ser suplementadas en casos de enfermedad o etapas críticas del

desarrollo humano, como adolescencia, embarazo o atletas de alto rendimiento.

Se ha reportado el uso de nanoencapsulados cargados con polifenoles con efecto protector en contra del cáncer colo-rectal; dichos compuestos como la curcumina, ácido gálico, ácido elágico y epigallocatequina-3-galato, son compuestos activos comúnmente encontrados en diferentes partes de las plantas (frutos, flores, hojas, tallos, raíces, tubérculos, rizomas, entre otras). También se ha reportado el uso satisfactorio de nanocápsulas ricas en hierro para la prevención/tratamiento de anemia ferropénica, uno de los padecimientos más comunes a nivel mundial.

Por otro lado, se ha propuesto el uso de nanopartículas cargadas con componentes antioxidantes sobre todo en personas donde existe un **estrés oxidativo crónico**. Recordemos que el estrés oxidativo se caracteriza por una producción exacerbada de radicales libres que son altamente tóxicos para nuestro organismo, dañando nuestras células y ADN, y por lo tanto, responsables de la generación de múltiples enfermedades, como las de mayor prevalencia en nuestro país (obesidad, diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión y cáncer).

En general, los desafíos para la aplicación de la nanotecnología en la nutrición y la ciencia de los alimentos aún se encuentran en etapa temprana; sin embargo, cada día aumentan los estudios acerca del uso correcto de esta técnica, que en un futuro corto permitirán emplear de manera correcta esta herramienta previniendo posibles toxicidades.

La encapsulación realizada con herramientas nanotecnológicas es prometedora, ya que la mayoría de los estudios muestran resultados positivos con respecto a su capacidad de actuar en el organismo. El potencial de su aplicación como aditivos de alimentos, o bien, para encapsular fármacos, es alto.



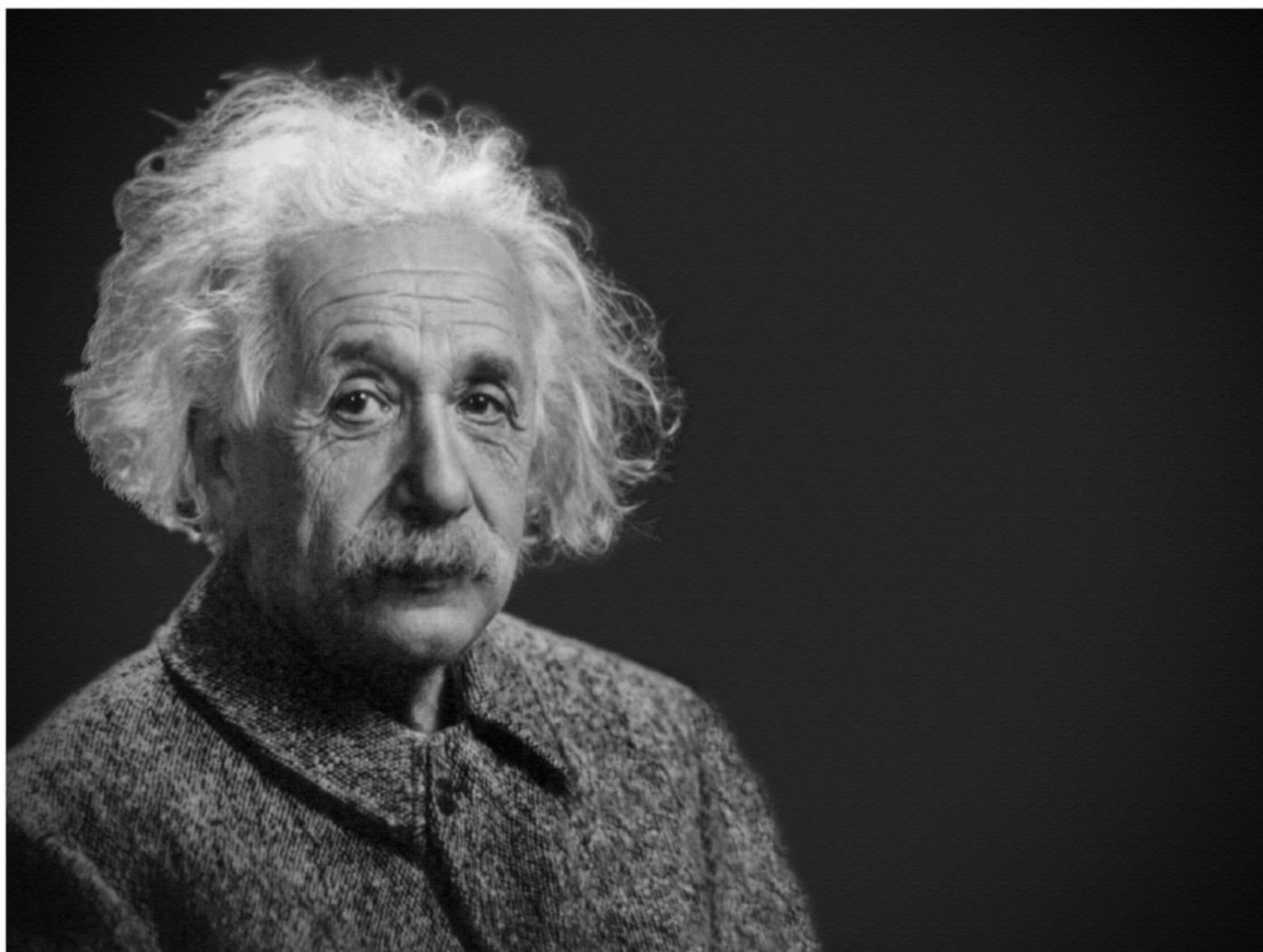
Cartelle-Gestal, M. y Zurita, J. (2015). La nanotecnología en la producción y conservación de alimentos. *Revista Cubana De Alimentación y Nutrición*, 25(1), 184-207.  
<http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/93/92>

Noormans, A. G. (2010). Impacto de la Nanotecnología en la Producción de Alimentos. *Lámpsakos*, (4), 28-35.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/186770144.pdf>

## ARTÍCULO

# El socialismo de Albert Einstein

Luis Manuel Montaña Zetina



**Luis Manuel Montaña Zetina.** Miembro de la planta académica del Departamento de Física del CINVESTAV.

[lmontano@fs.cinvestav.mx](mailto:lmontano@fs.cinvestav.mx)

**E**n este año, el 2021, se cumple el **primer centenario del premio Nobel de Física que recibió Albert Einstein**, por «sus servicios a la física teórica y especialmente por su descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico». Sus contribuciones científicas son mundialmente reconocidas; sabemos que dedujo la ecuación quizá más famosa de todos los tiempos:  $E=mc^2$ .

Existen libros donde se explica esa ecuación y aún muchos más libros y artículos donde se puede encontrar toda la enorme producción científica del genio. Algunos piensan que el físico bien habría podido ganar otro premio Nobel. Se sabe que el di-



nero que recibió de su único Nobel lo utilizó para cumplir con los acuerdos en la atención de sus hijos tras su divorcio en 1919.

Debido a este centenario, muy probablemente **se escribirán muchos artículos divulgativos sobre su figura y obra científica**. Colegas físicos mucho más expertos en relatividad especial y general, en mecánica cuántica y en estado sólido, seguramente escribirán al respecto para seguir recordando y apreciando el gran legado del científico. No obstante, mi interés es platicarles sobre la contribución de Einstein en un campo no tan conocido: el humanístico.

Una vez escribió: «el individuo, con su existencia breve y frágil, solo puede encontrarle sentido a la vida por su actuación sobre la sociedad». Así, **durante su vida, fue escribiendo sobre sus pensamientos y experiencias**: cuando tuvo que huir, emigrar, establecerse en diversas partes del mundo, hasta acabar sus días en Estados Unidos. Esos escritos fueron publicados en varios libros y en este artículo les compartiré algunas de sus ideas plasmadas en sus obras.

### Einstein el humanístico

Sus escritos fuera del ambiente de la física fueron recopilados en varios libros. Dos de ellos, a los cuales me referiré, son: *De mis últimos años* e *Ideas y opiniones*. Estas obras incluyen una serie de ensayos sobre múltiples temas, algunos cortos, otros más elaborados, los cuales invitan a la reflexión y al debate, por ejemplo, desde cuestionarnos sobre la autoridad que tiene para escribir sobre algún tema hasta basarse en ella para elaborar críticas, escritos e inclusive tesis sobre sus ideas.

La motivación de hablar sobre este lado no tan conocido surgió al leer un libro donde se recopilan las memorias de un congreso llevado a cabo en el centenario de su nacimiento en 1979, en donde se expusieron temas de su obra científica y también algunos ensayos sobre su obra humanística. Mi propósito es compartir, de este libro y de las obras de Einstein antes mencionadas, este otro perfil **e invitarlos a que nos acerquemos más a estos pensamientos del genio**, los cuales no han sido tan difundidos como deberían serlo.

Pienso que existen dos razones prin-



cipales de esta limitada difusión. La primera es su gran fama como físico, pues ha dado a la humanidad una contribución científica prácticamente inigualable, comparable solo a la de Galileo y Newton. Así, cualquier otra contribución que haya hecho en otra área quedaría naturalmente opacada. La segunda razón está ligada a lo siguiente: siendo un físico genial, sus escritos humanísticos caen como máximo en «ideas y opiniones» que adquirió durante su vida y se basan únicamente en experiencias, es decir, se puede pensar que estas no están a la altura de las aportaciones de otros grandes humanistas y filósofos de la historia.

Si recordamos o leemos un resumen de la vida personal de Einstein, encontraremos en algún momento frases como: emigró, adquirió la nacionalidad suiza y la estadounidense, escapó del régimen nazista, es el padre de la bomba atómica, se relacionó con cuestiones políticas, etc. Es verdad que tanta gente tiene sus propias experiencias probablemente mucho más interesantes e impresionantes, y los genios o sabios que ha dado este mundo, asimismo tuvieron experiencias impactantes que forjaron sus caracteres y vida profesional.

### ¿Por qué los pensamientos de Einstein son especiales?

Quizá la respuesta tiene que ver por la manera en que se le conoció en el mundo: un navegante solitario, experto en experimentos mentales, pacifista. No podemos ignorar que, al convertirse en una celebridad, **sus opiniones pesaban mucho** y eran tomadas en cuenta, de tal manera que **él mismo debía limitarse y cuidar que no fueran mal interpretadas**. Sus «ideas y opiniones» se fueron forjando con el paso de tiempo, adquiriendo cada vez más valor ya que seguramente aplicó en ellos el método científico, la objetividad, la autocrítica que todo científico debe tener; además, no es difícil aceptar que sus pensamientos no tenían el sesgo (intereses escondidos) que muchos otros actores mundiales exhiben.

Es común que el científico famoso, así como los políticos, artistas y otros actores públicos, se sientan expertos no solo en su área de trabajo o formación, sino en cualquier otro tema. Al tener como

actividad cotidiana el descubrir, aplicar el método científico, leer de la historia y de la realidad política y social del momento, **es natural que estas mentes tengan una claridad poco común a los problemas del mundo en muchas áreas**. No es raro encontrar gente formada en alguna área en particular dando conferencias y puntos de vista en otros campos:



los líderes de opinión son eso, líderes en opinar de cualquier cosa. Muchas veces ellos lo creen así porque la gente los convierte en ello, y muchas veces también ellos se la creen. Yo pienso que él no era de esa clase de gente, y baste como ejemplo lo siguiente.

### Einstein, sus ideas y opiniones

En su artículo titulado «¿Por qué el socialismo?», publicado en su libro *Mis ideas y opiniones* comienza así: «¿Debe quién no es un experto en cuestiones económicas y sociales opinar sobre el

socialismo? Por una serie de razones creo que sí». El escrito sigue con la justificación de su respuesta. Daremos más extractos de este artículo y de otros más adelante, pero antes quisiera resaltar este hecho, él escribió sobre el socialismo en 1949, ¡cuando estaba radicando en Estados Unidos! Al lector interesado no le será difícil averiguar cuál era el sentir



en la política y, por ende, de la sociedad estadounidense sobre el socialismo en ese año. Más adelante nos dice:

«La experiencia que se acumuló desde el comienzo del denominado periodo civilizado de la historia humana fue grandemente influida y limitada por causas que no son de ninguna manera de naturaleza exclusivamente económica. Por ejemplo, gran parte de los estados mayores de la historia debieron su existencia a la conquista. Los pueblos conquistadores se establecieron ellos mismos, legal y económi-

camente, como la clase privilegiada del país conquistado. Se adjudicaron el monopolio de la propiedad de la tierra y nombraron sacerdotes, gente de su propia clase. Los curas, al tomar el control de la educación, transformaron la división de clases de la sociedad en una institución permanente y crearon un sistema de valores que pasó a guiar el comportamiento social de las personas que en gran medida obedecían inconscientemente».

Físicos de México y en particular el físico brasileño J. Leite Lopes, en su artículo llamado «Einstein, la pasión de un científico por los problemas del hombre», basado en una conferencia que dio en la Facultad de Ciencias de la UNAM el 25 de abril de 1979 —incluido en el libro de memorias antes mencionado—, hace una completa reflexión de estas ideas. Lopes nos dice:

«La conspiración universal, que presentan a un Einstein místico y preocupado exclusivamente con estrellas, átomos y gravitación, es la que conviene a las sociedades autoritarias de hoy en día (donde hasta en las grandes democracias occidentales, se dice que el científico debe ocuparse solo de ciencia, debe ser políticamente neutro, pero naturalmente debe estar listo para hacer los servicios que le solicita el poder central). Nuestro sistema educacional se basa sobre un elitismo que tiende a fortalecer la posición de mando de las clases dominantes. Dentro de este sistema elitista, la ciencia y la tecnología aparecen como instrumentos manipulables por esas clases en provecho del fortalecimiento de su sistema».

Considero que esta problemática persiste actualmente en nuestro país.

### ¿Acaso Einstein escribió o criticó el capitalismo?

En su mismo artículo sobre el socialismo nos dice:

«La anarquía económica de la sociedad capitalista tal como existe hoy es, en mi opinión, la verdadera fuente del mal. Vemos ante nosotros a una comunidad enorme de productores que se están esforzando incesantemente

privándose de los frutos de su trabajo colectivo no por la fuerza, sino en general en conformidad fiel con reglas legalmente establecidas. A este respecto, es importante señalar que los medios de producción —es decir, la capacidad productiva entera que es necesaria para producir bienes de consumo tanto como capital adicional— puede legalmente ser, y en su mayor parte es, propiedad privada de particulares. En aras de la simplicidad, en la discusión que sigue, llamaré trabajadores a todos aquellos que no participan de la propiedad de los medios de producción. El propietario de los medios de producción está en posición de comprar la fuerza del trabajo del trabajador. Utilizando los medios de producción, el trabajador produce nuevos productos que pasan a ser propiedad del capitalista. El punto esencial de este proceso es la relación entre lo que produce el trabajador y su salario, medidas ambas en términos de valor real. En tanto el contrato de trabajo es libre, lo que el trabajador recibe es determinado no por el valor real de los bienes que él produce, sino por sus necesidades mínimas y por las demandas de los capitalistas, de la fuerza de

trabajo en relación con el número de trabajadores que compiten para el empleo».

Al parecer esto es algo que también todavía se da en nuestro tiempo. Sigamos más adelante:

«El capital privado tiende a quedarse concentrado en algunas manos, en parte por motivo de competencia entre los capitalistas y en parte porque el desarrollo tecnológico y la división de trabajo en aumento estimula la formación de unidades más grandes de producción a costa de las más pequeñas. El resultado de este desarrollo es una oligarquía de capital privado cuyo poder enorme no puede ser efectivamente controlado aún por una sociedad política, democráticamente organizada. Es verdad que los miembros de organismos legislativos son seleccionados por partidos políticos, ampliamente financiados, o influidos por otros medios, por los capitalistas privados quienes, para todos los fines prácticos, separan al electorado de la legislatura. Y los representantes del pueblo, entonces, no dan suficiente protección a los intereses de las clases no privilegiadas de la población. Sobre todo, en las condiciones



existentes, los capitalistas controlan de un modo inevitable, directa o indirectamente, de las fuentes principales de información (prensa, radio, educación). Es así extremadamente difícil y en verdad, en la mayoría de los casos imposible, para el ciudadano individual sacar conclusiones objetivas y hacer uso inteligente de sus derechos políticos».

De todo esto Leite Lopes nos dice:

«Sí señores, es el autor de la teoría de la relatividad quien escribe estas palabras. Físicos de los países desarrollados, premios Nobel, científicos de todo el mundo, hombres de ciencia con premios menores, escuchas a Einstein no solo cuando habla de su física sino también cuando habla como hombre responsable, como ciudadano íntegro y no como medio-hombre, solidario con sus hermanos, preocupado con la estructura y el destino de las sociedades, militante contra las injusticias y las arbitrariedades. A aquellos que nos hablan de nuevos planes de desarrollo en los países menos desarrollados, a los tecnócratas que enaltecen la apertura de las economías de esos países a los grandes capitalistas internacionales, no les haría mal meditar sobre lo que dice el gran físico».

Lopes nos invita —y yo me uno a él— a leer estas obras de Einstein.

En su artículo del socialismo, el físico lanza frases como: la producción se realiza para el lucro, no para el uso... Un ejército de desempleados existe casi siempre. El trabajador está constantemente con miedo de perder su empleo... Nuestro sistema educativo inculca una actitud competitiva exagerada al estudiante, que es entrenado para adorar el éxito codicioso como preparación para su carrera futura. Es ahí donde propone su visión de cómo evitar estos y otros males: una economía socialista. Y por supuesto, sigue en el texto la justificación del por qué propone esto. Por ejemplo, dice sobre **la educación en una economía socialista** que «la educación del individuo intentaría desarrollar en

él su sentido de responsabilidad hacia sus conciudadanos en lugar de la glorificación del poder y del éxito de la sociedad actual». Asimismo, lanza una advertencia:

«Sin embargo, es necesario recordar que una economía planificada no es todavía socialismo. Una economía planificada puede estar acompañada de la completa esclavitud del individuo. La realización del socialismo requiere solucionar algunos problemas sociopolíticos extremadamente difíciles: ¿cómo es posible, con una centralización de gran envergadura del poder político y económico, evitar que la burocracia llegue a ser todopoderosa y arrogante? ¿Cómo pueden estar protegidos los derechos del individuo y cómo asegurar un contrapeso democrático al poder de la burocracia?»

Al exponer todo lo anterior, Leite Lopes concluye su intervención diciendo:

«Así pues Einstein no era el sabio puro, exótico, apolítico; era un ciudadano del mundo preocupado por los grandes problemas humanos. Pero ustedes comprenden que realmente el citar los trabajos de Einstein en el dominio político no les es muy cómodo a los científicos. Si se trata de un físico de EUA ¿Sería de su interés mencionar los escritos de Einstein sobre el socialismo? ¿No correría el riesgo de ser tomado como un radical y así quedarse aislado en su ambiente universitario? Resta a nosotros indicar a los jóvenes físicos, sociólogos y politólogos, la riqueza de la obra político-social de Einstein donde seguramente encontrarán una fuente de investigación y reflexión».

Y este es solo uno de los muchos ensayos que realizó, ya que **también escribió sobre la vida, el ser humano, el bien y el mal, la conciencia... Temas más generales como la libertad, religión, educación y por supuesto política**. Inclusive escribió sobre el pueblo judío y sobre Alemania. En el libro edi-



tado de las memorias del evento, hay discusiones en mesas redondas sobre muchos de estos temas. Por ejemplo, en una de ellas llamada: «Einstein: el hombre y su obra», Arturo Azuela critica la actitud política que tuvo después de la Primera Guerra Mundial. Opina que esa actitud del genio «es de una gran ingenuidad ya que no militó en ningún partido político, sea conservador o liberal, ni comunista ni socialista, a pesar de haberse manifestado en torno al armamentismo y pacifismo hasta los últimos días de su vida». Sin embargo, en otra mesa redonda que lleva el título de «Actividades y actitu-

des sociales y políticas de Einstein», Tomás Brody responde a Azuela diciendo que era «políticamente socialista. Si él se hubiese asociado a un partido político la consecuencia política que habría causado habría sido muy diferente a cualquier otro científico de la mesa participante que hubiese tomado esa decisión. Por ello, no es aconsejable imitar la actividad política de Einstein ya que él era un hombre conocido mundialmente y gozaba de un prestigio inmenso. El efecto político hubiese sido muy diferente».

En la mesa redonda con el título «Epistemología Einsteniana», hay una breve discusión sobre la ausencia en la preparación de los físicos sobre temas de historia y filosofía de la ciencia. Esta mesa fue llevada a cabo por académicos mexicanos de la altura de Jerzy Plebanski, Carlos Graef Fernández, Claudio Firmani y otros participantes. En el enlace <https://www.fis.cinvestav.mx/~lmontano/plebanski.html>, pueden consultar un fragmento de esta discusión.

Concluyo haciendo una invitación para que lean los escritos de Albert Einstein, los cuales sin duda, enriquecerán su formación tanto social como humanística, siempre necesaria para estos tiempos y para el futuro.



Einstein, A. (1969). De mis últimos años, México, Aguilar.  
 Einstein, A. (2011). Ideas y opiniones, Barcelona, Antoni Bosch.  
<https://latam.casadellibro.com/libro-mis-ideas-y-opiniones/9788495348593/1832925>

Peña, L. (2003). Albert Einstein: Navegante solitario [3ª edición], México, FCE, SEP, CONACyT. <https://elfondoenlinea.com/Detalle.aspx?ctit=046031L>  
 Rodríguez, R. y Hojman, S. (1987). Albert Einstein: Perfiles y Perspectivas, México, UNAM, Editorial Nueva Imagen. <https://www.fis.cinvestav.mx/~lmontano/plebanski.html>

# ARTÍCULO

## Todos necesitamos de mamá, ¿y papá?

Ana Karen Limón-Vázquez y Blandina Bernal-Morales



**Ana Karen Limón-Vázquez.** Estudiante de Doctorado en el Posgrado en Neuroetología de la Universidad Veracruzana.

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

**Blandina Bernal-Morales.** Investigador TC. Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana.

[bbernal@uv.mx](mailto:bbernal@uv.mx)

**¿Por qué necesitamos el cuidado de nuestros padres?**

Cuando nacemos necesitamos recibir protección, alimento, aseo y atención de nuestros padres. En los humanos, estas atenciones son principalmente brindadas por la madre, y ocasionalmente por el padre, pero ¿Qué pasa con los animales? ¿A ellos quién los cuida? ¿Papá, mamá o ambos?

El **cuidado parental** se refiere a las acciones de protección, cuidado y sustento de los padres con

la finalidad de satisfacer las necesidades de los hijos en las primeras etapas del desarrollo, en las cuales se encuentran en **condiciones vulnerables**. El cuidado parental es una conducta común en aves y mamíferos que asegura su supervivencia, también se observa, aunque en menor proporción, en insectos, anfibios, peces o reptiles. En todas las especies de mamíferos el cuidado parental es principalmente brindado por la madre y en ocasiones colabora el padre, en las aves es frecuente observar que ambos padres cuidan de sus crías, mientras que en los invertebrados —cuando se presenta esta conducta— la realizan las hembras, por el contrario, en los peces se observa frecuentemente en los machos.

### ¿Hay hijo preferido?

La pareja de padres se reproduce satisfactoriamente cuando sus genes se transmiten a las futuras generaciones, aumentando su descendencia a lo largo de su vida. Como ves, el cuidado parental es una conducta que compromete por completo a los progenitores con una gran **inversión de ener-**

**gía, tiempo y recursos en las crías**, por ello se debe valorar la importancia de invertir en ellas y limitarse a la reproducción futura. Así, el interés por un solo hijo reduce el cuidado que se le puede brindar a los demás hijos tanto en el presente como en el futuro. Por esta razón Robert Trivers en 1972, definió el término de la **«inversión parental»** como cualquier tipo de inversión del progenitor en un hijo que ayude a incrementar la supervivencia (éxito reproductivo), aunque esto influya en la descendencia futura.

Dado que los padres evalúan si los beneficios de la inversión en las crías actuales son mayores para sacrificar el éxito reproductivo futuro, ellos invierten el mismo cuidado en todos sus hijos, porque genéticamente el parentesco es el mismo. Pero no es raro que el cuidado parental pueda generar conflictos entre los miembros de la familia, por ejemplo, el **conflicto padre-madre** que cuestiona cuánto cuidado debe brindar cada padre a sus hijos, el **conflicto hermano-hermano** que cuestiona cuánto cuidado debe demandar cada hijo, y el **conflicto padre-hijo** que cuestiona cuánto cuidado deben







brindar los padres y cuánto cuidado deben demandar los hijos.

El tiempo del cuidado parental puede ser limitado, pero en algunas especies puede extenderse por años. También varía dependiendo del tamaño de las camadas, por ejemplo, cuando solo hay una cría, el cuidado parental será exclusivo para ella; sin embargo, cuando hay más de una cría, los recursos lo reciben todos y el cuidado será menor.

Los padres invierten tiempo, energía y dedicación al cuidado parental en función de la capacidad de adaptación autónoma al ambiente en el que se desarrollan las crías, y dependiendo de ello, se les categoriza como **altriciales o precociales**. Las crías de especies altriciales dependen totalmente del cuidado parental para poder desarrollarse, debido a que nacen con los conductos auditivos y párpados cerrados y una limitada actividad locomotriz. Por el contrario, las crías de especies precociales nacen con una maduración mayor que les permite moverse y ser relativamente independientes, por lo cual, el cuidado parental que reciben es limitado.

#### ¿Mamá o papá? ¿Quién cuida más?

Digamos que en el cuidado parental los progenitores comparten el mismo interés: **la supervi-**

**vencia de la descendencia**. Sin embargo, el material genético de cada uno es diferente, y además pareciera que hay una competencia en la reproducción. Los padres inician su esfuerzo parental desde la producción de células reproductoras, las hembras producen óvulos que son células caracterizadas por ser inmóviles, de gran tamaño y con un alto contenido de nutrientes, mientras que los machos producen una gran cantidad de espermatozoides y se encargan de la fecundación.

Si lo vemos desde el punto de vista de la conducta, si bien las hembras son las que aportan los nutrientes a las crías durante la gestación y la mayor carga del cuidado parental lo realizan por diversas razones, como la fertilización interna, la gestación prolongada, el amamantamiento, el desarrollo prolongado de la infancia, etc., los machos realizan otras actividades que también contribuyen en el éxito reproductivo de las crías. Los machos cortejan, dan regalos nupciales, preparan nidos o madrigueras, defienden el territorio, incluso ofrecen su propio cuerpo como alimento para la hembra; sin embargo, también ocurre que **cuando el macho no tiene certeza de su paternidad reduce su cuidado parental, e incluso comete infanticidio**.

El tipo de sistema social en el que los individuos se reproduzcan también influirá en quién realice el cuidado parental. **Existen diversos sistemas de apareamiento**, entre ellos la **poligamia**, en donde un individuo se reproduce con diversos individuos. Dentro este sistema hay dos subtipos: la **poliginia** donde un macho se aparea con más de una hembra y es frecuente observar que el cuidado parental solo lo realizan ellas. Por el contrario, en el subtipo de la **poliandria** —que es poco frecuente—, la hembra se aparea con más de un macho y son ellos quienes realizan el cuidado parental. El otro tipo de sistema de apareamiento es la **monogamia**, que consiste en que las hembras y los machos crean vínculos estables que los hace permanecer juntos, al menos durante la temporada de reproducción, donde ambos padres realizan el cuidado de sus descendientes.

Para entender las conductas del cuidado parental, te damos a continuación algunos ejemplos, a modo de **datos curiosos**:

-La competencia entre hermanos puede conducir a agresiones mortales, por ejemplo, en la **garza blanca** (*Ardea alba*) cuando las condiciones ecológicas no permiten la crianza de los hijos, los

polluelos mayores monopolizan el alimento mediante agresiones letales a sus hermanos de menor peso.

-Los **elefantes** (*Elephantidae*) por su gran tamaño requieren de mucho tiempo de cuidado parental, que puede extenderse hasta por diez años. Sus crías al nacer reciben cuidados de toda la manada matriarcal, pero por ser totalmente dependientes quedan en peligro cuando ocurre algo malo en la manada.

-Las **tortugas marinas** (*Chelonioidea*) nunca conocen a su descendencia ya que la madre sale del mar, crea un nido en la playa y desova cientos de huevos, los cubre con arena y se marcha. Meses después, eclosionan los huevos y las crías se sumergen en el mar, teniendo solo un 30 % de supervivencia.

-Los **machos del león africano** (*Panthera leo*) matan a los cachorros que no son sus hijos, facilitando que las hembras vuelvan a estar en fase de reproducción y aseguran así su paternidad.

-Tanto el macho como la **hembra del murciélago frugívoro de Dayak** (*Dyacopterus spadiceus*), poseen glándulas mamarias desarrolladas que les permiten producir leche para amamantar a sus crías.



-Las **hembras dominantes de los suricatos** (*Suricata suricatta*) obligan a los subordinados a cuidar de sus crías, las cuales permanecen en la madriguera con las «niñeras» quienes les proporcionan cuidado y alimento hasta los tres meses de edad.

-Las crías de **araña** de la especie (*Stegodyphus dumicola*) se comen a sus madres cuando nacen, efecto conocido como matrifagia. Las hembras que no lograron aparearse son las que se encargan del cuidado de las crías.

-Las **ranas macho** de la especie (*Limnonectes palavanensis*) transportan y cuidan a sus renacuajos en su espalda, sacrifican su alimentación por días y pierden interés por aparearse.

-Los **caballitos de mar machos** (*Hippocampus*) poseen en la parte delantera del abdomen una bolsa similar a un útero en donde la hembra coloca huevos para su fecundación, al término de la gestación que dura entre 14 y 20 días, los machos paren cientos de crías.



Las parejas de caballitos de mar duran juntas toda su vida.

-En los **pingüinos** (*Aptenodytes forsteri*), después de que la hembra pone un único huevo, se marcha para alimentarse y a su regreso poder alimentar al polluelo, mientras tanto, el macho empolla el huevo hasta su eclosión, esperando el regreso de su amada.

No cabe duda de que el cuidado parental es una conducta de gran importancia que la mayoría de los individuos realizan para que las crías puedan desarrollarse satisfactoriamente, incluye una variedad de aportaciones por parte de ambos padres o en ocasiones solo por parte de uno de ellos, incluso sin obtener beneficios propios. El cuidado parental puede ser diferente si lo realiza mamá o papá, se entiende que los padres del sexo masculino no produzcan esos cambios hormonales propios de la gestación y el parto; sin embargo, experimentan otros

procesos que pueden provocar que el cuidado parental sea exitoso.



Carranza Almansa, J. (2002). La evolución del cuidado parental. En *Evolución: la base de la biología*, España, Editorial Proyecto Sur, Capítulo 10, pp. 193-212.  
[http://sesbe.org/sites/sesbe.org/files/recursos-sesbe/evol\\_cuid\\_parent.pdf](http://sesbe.org/sites/sesbe.org/files/recursos-sesbe/evol_cuid_parent.pdf)

Garibay, P. L. y Contreras, H. G. (2009). Cuidar, invertir: la economía de la vida. *La Ciencia y el Hombre*, 22(1), s.p.  
<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/>

[vol22num1/articulos/curiosidades/index.html](http://vol22num1/articulos/curiosidades/index.html)

Peláez del Hierro, F., Fidalgo de las Heras, A., Sánchez Rodríguez, S. M. y Caperos Montalbán, J. M. (2014). Etología del cuidado parental: evolución, conducta y mecanismos. En *Etología: la ciencia del comportamiento animal*, Barcelona, Editorial UOC, Capítulo VIII, pp. 378-419.  
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/680464>

## ARTÍCULO

# Empoderamiento de las TIC en la docencia ante la pandemia COVID-19

Araceli Gabriela Andrade Servín



**Araceli Gabriela Andrade Servín.** Doctora en Ciencias en Desarrollo Sustentable. Profesora en la Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [araceli.andrade@umich.mx](mailto:araceli.andrade@umich.mx)

La pandemia COVID-19 influyó en cambios trascendentales en la sociedad. El sector educativo no fue la excepción, siendo este uno de los que más rápido tuvo que adaptarse a la nueva modalidad de impartir clases de forma virtual. Esto implicó dejar las aulas ante el riesgo de contagio y permanecer en los hogares tomando clases a distancia. En este nuevo escenario, las Tecnologías

de la Información y Comunicaciones (TIC) son una herramienta y alternativa esencial para continuar con los programas en todos los niveles educativos (preescolar hasta doctorado). Para los docentes y alumnos, es un reto concluir de la mejor manera posible el ciclo escolar, evitando rezago educativo, compartiendo y adquiriendo conocimiento teórico-práctico a través de la tecnología.

### Las TIC en la educación y ante la pandemia COVID-19

Las TIC son las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información, y muy en particular, el uso de ordenadores y programas que permiten crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar esa información. A nivel mundial, la pandemia dio un giro de 180° y la tecnología (computadoras, dispositivos móviles, tabletas, entre otros), al ser una herramienta de apoyo, pasó a ser **indispensables para continuar en los hogares con las diversas actividades laborales y educativas**; ahora las personas son dependientes de la tecnología, y con ello, las TIC. Las TIC en el siglo XXI son herramientas indispensables desde el nivel bá-

sico hasta el nivel posgrado en el sector educativo. De igual manera, estas son de vital importancia en todas las actividades laborales a nivel global. Durante esta pandemia COVID-19, las TIC constituyen la única forma de aprendizaje teórico-práctico, tareas, exámenes, contacto docente-estudiante, entre otros. Las diversas formas de comunicación son a través de correos electrónicos, mensajes de chat, classroom, videoconferencias, etc., por medio de dispositivos móviles, tabletas y computadoras.

Los docentes se ven en la necesidad de recurrir a tutoriales para impartir clases virtuales, asignación de tareas y elaboración de exámenes, así como cursos para agilizar las habilidades y capacidades a desarrollar en esta nueva modalidad que se aprendió de forma acelerada. Por su parte, los alumnos están inmersos en celulares y/o computadoras en clases, tareas, proyectos, exámenes, entre otros. Ante la actual situación del COVID-19, tanto docentes como alumnos se vieron obligados a **dejar las aulas de los planteles educativos para estar en los hogares**.

La humanidad una vez más sorprende con su capacidad para reaccionar ante circunstancias com-



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación profesor-alumno</li> <li>- Continuidad de las actividades docentes</li> <li>- Exámenes de titulación y grado de forma virtual</li> <li>- Reuniones virtuales</li> <li>- Seguimiento a los programas de enseñanza</li> <li>- Sin desplazamiento a los centros educativos</li> <li>- Disminuyen los retrasos en clases</li> <li>- Evitan riesgos y contagios al permanecer en los hogares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es el mismo aprendizaje</li> <li>- Más trabajo escolar</li> <li>- Materia que no funcionan de forma virtual (prácticas)</li> <li>- Sedentarismo</li> <li>- Afectación visual por el uso excesivo de las TIC</li> <li>- Nula convivencia presencial</li> <li>- Depresión por falta de convivencia</li> <li>- Distracción constante durante las clases virtuales</li> </ul>

ventajas y desventajas del empoderamiento de las TIC durante la pandemia COVID-19.

plicadas donde ahora nos volvimos expertos en la tecnología a nuestro alcance. Además de aprender de forma rápida el manejo de reuniones virtuales, classroom, preparación de clases y explicaciones virtuales con el apoyo de videos, tutoriales, asesoramiento de los jóvenes, preparación y calificación de exámenes, revisar a diario de los correos electrónicos y el uso de diversas plataformas diseñadas para la enseñanza-aprendizaje. El COVID-19 ha revolucionado al mundo globalizado y, con ello, la pronta adaptación ante los cambios acelerados de crear nuevas rutinas en los hogares y evitar salir lo menos posible para prevenir riesgos de contagios. Es una realidad que tendremos que aprender a vivir por un tiempo con esta nueva modalidad.

Con la ayuda de estas herramientas se continuó con los programas educativos; no obstante, es de interés preguntarse si el alumno aprovecha a través de estos medios el aprendizaje y si adquiere los elementos y conocimientos necesarios para su óptimo desarrollo educativo. Esto resulta importante conocerlo debido a que se están formando personas que aportan y aportarán a la sociedad posibles soluciones ante la gran diversidad de pro-

blemas a las que se enfrentan los jóvenes. Esta pandemia de COVID-19 vino a cambiar todas nuestras actividades cotidianas y **tuvimos que adaptarnos de forma rápida** para cumplir con las responsabilidades.

Una vez más el ser humano sorprende con su capacidad de ingenio y adaptación ante situaciones adversas, demostrando que no hay imposibles para continuar con las actividades a realizar. Tanto los docentes como los alumnos viven una retroalimentación académica y personal, dando sugerencias y propuestas para evitar clases aburridas y captar la atención de los que están detrás del monitor. Sería bueno preguntarse **¿Qué nos va a dejar la pandemia COVID-19?** Tal vez personas más dependientes de la tecnología, antisociales, perezosos, irresponsables, sedentarios, con casos de aumentos de cegueras, depresiones, introvertidos, fobias por salir a lugares concurridos, etc.

Los padres de familia y docentes estaremos preparados para enfrentar las consecuencias de este largo periodo de pandemia. Frente a este panorama, será todo un reto convivir con los jóvenes en las aulas, debido a sus comportamientos y forma de pensar después de tantos meses de aislamiento.



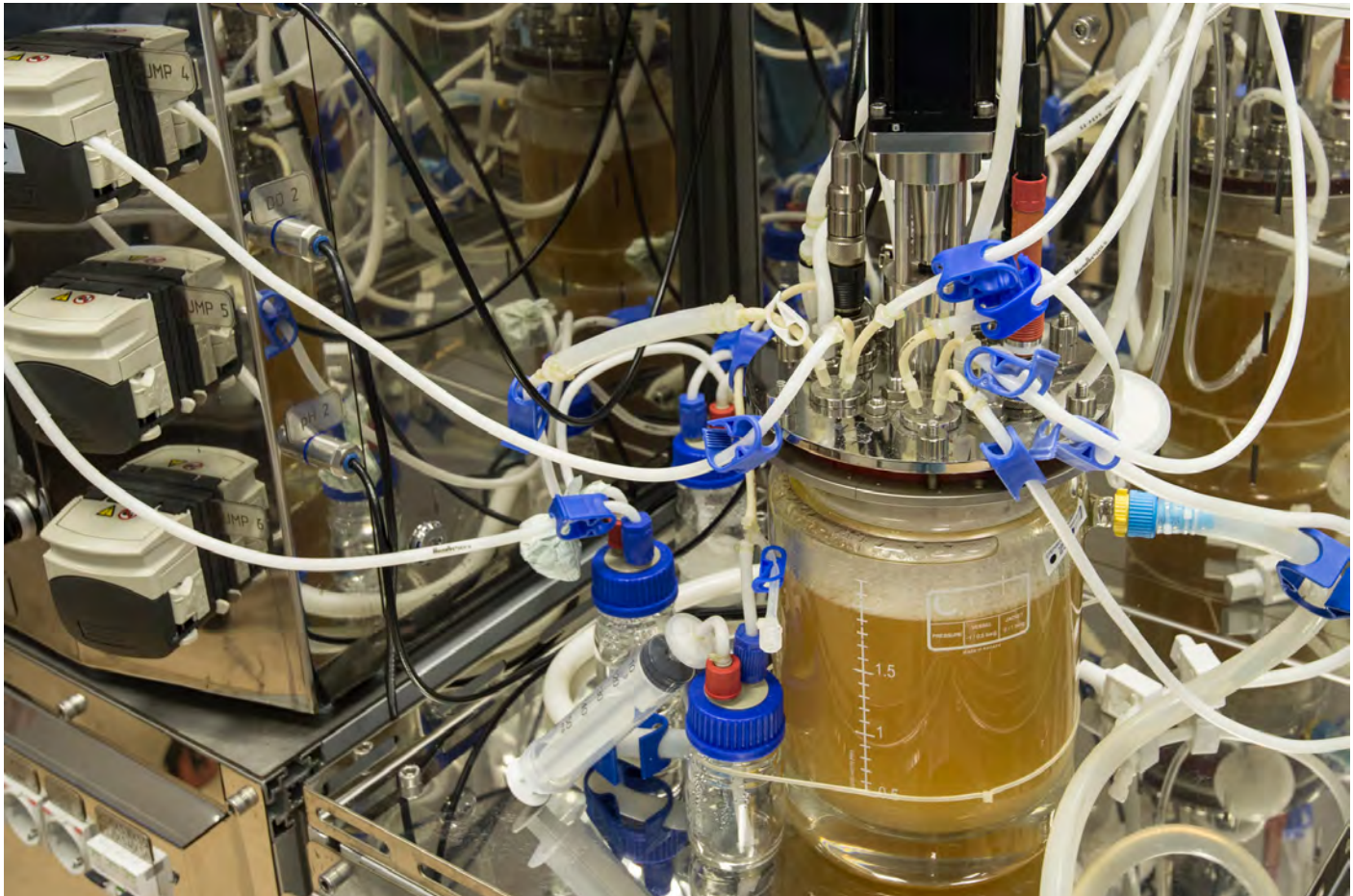
Duarte, E. (2008). Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare*, 12, 155-162. <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114584020.pdf>

Zu, Z. Y., Jiang, M. D., Xu, P. P., Chen, W., Ni, Q. Q., Lu, G. M. y Zhang, L. J. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a perspective from China. *Radiology*, 15-25. <https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2020200490>

# TECNOLOGÍA

## Biorreactores: Protagonistas de los bioprocesos

Sergio Hernández-Ixta y Juan Carlos González-Hernández



**Sergio Hernández-Ixta.** Estudiante de Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia.  
[sergio.hixta@gmail.com](mailto:sergio.hixta@gmail.com)

**Juan Carlos González-Hernández.** Profesor e Investigador de Ingeniería Bioquímica en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia.  
[juan.gh@itmorelia.edu.mx](mailto:juan.gh@itmorelia.edu.mx)

Los bioprocesos usan a los microorganismos para convertir materia prima barata o desechos en materia valiosa. Para lograr esta labor, es necesario el uso de biorreactores, espacios donde los microorganismos se reproducen, crecen, trabajan, e incluso mueren, por lo tanto, el estudio de los biorreactores debe considerar múltiples variables de diseño, operación y monitoreo que aportan un entendimiento de los fenómenos fisicoquímicos y bioquímicos que suceden en el mismo para optimizar el crecimiento celular

### Generalidades de los Bioprocesos y Biorreactores

La evolución de la ingeniería química y la demanda del mercado han hecho posible que cada día se formulen nuevas formas de obtener productos de valor o procesos para prestar un servicio, aunado con los acuerdos internacionales de sustentabilidad. Los **bioprocesos** son una forma de integrar los **conocimientos ingenieriles y biotecnológicos** en un mismo lugar. El espacio donde convergen ambos factores es denominado «biorreactor».

Un  **biorreactor** es un  **dispositivo mecánico** que suministra energía, nutrientes y mantiene constante las variables fisicoquímicas óptimas para el crecimiento microbiano. En la Figura 1 se observan los componentes más comunes en un biorreactor, los cuales tienen comportamientos definidos y predecibles por las correlaciones de diseño y por los fenómenos de transporte, es decir, con ecuaciones preestablecidas se puede conocer su comportamiento a diferentes escalas.

Para lograr que un biorreactor sea eficiente, viable comercialmente y escalado a nivel industrial,

se deben conocer las variables de operación que influyen en la eficiencia del biorreactor, ya que  **los parámetros de operación mejoran o retardan el crecimiento celular**, el cual es la variable más importante en un biorreactor debido a que el tiempo que dura en multiplicarse un microorganismo y conseguir una concentración celular adecuada de operación, es un obstáculo para la viabilidad de varios proyectos que involucren a los microorganismos en la industria. A pesar de ello, existen varios ejemplos de éxito que demuestran que los bioprocesos son viables, rentables, innovadores y necesarios para nuestra vida cotidiana. Un ejemplo es la producción de cerveza, insulina, vinagre, yogurt, antibióticos, hormonas, entre muchos otros productos de interés para diversas industrias.

### Variables que influyen en el crecimiento microbiano

*pH y temperatura.* Existen diferentes variables que inhiben o incrementan el crecimiento y actividad metabólica que llevan a cabo los microor-

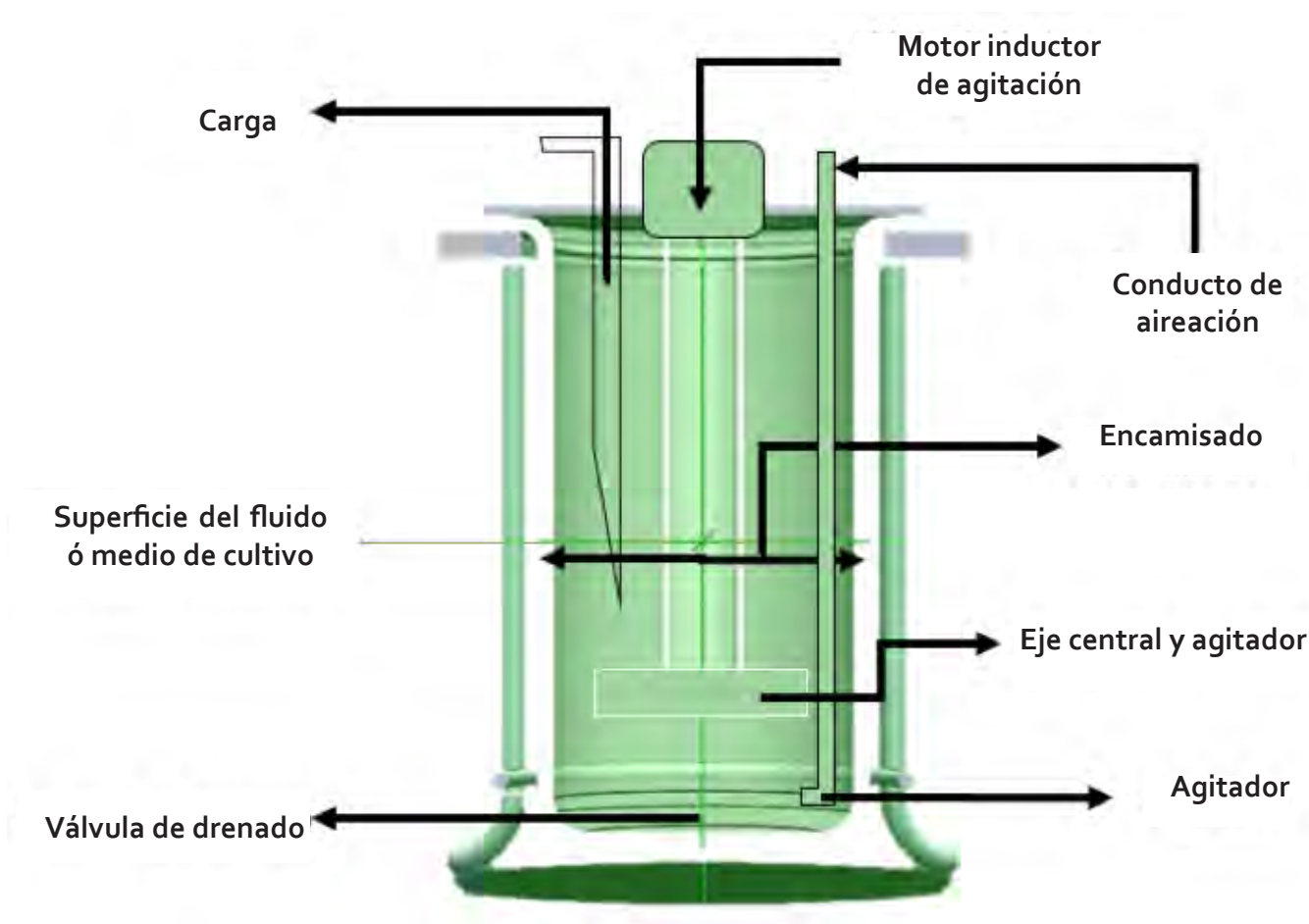


Figura 1. Partes del Biorreactor tipo Batch (Hernández-Ixta).





ganismos en el biorreactor. Las variables de temperatura y pH son las más conocidas e importantes porque **afectan al crecimiento y la supervivencia del microorganismo**. Los biorreactores operan comúnmente bajo las condiciones óptimas del microorganismo que esté cultivándose en ese reactor, ya que cada especie biológica tiene un intervalo de pH y temperatura óptima de crecimiento. La función del biorreactor es replicar estas condiciones y mantenerlas constantes frente a los cambios que suceden en el proceso para que el microorganismo crezca normal y apropiadamente.

La temperatura es una variable que influye de manera importante en el crecimiento, pero también es fácil de alterar con diferentes técnicas, aunque en un reactor lo más común es incluir sistemas de calentamiento y enfriamiento según se desee por baño María o por un enchaquetamiento o encamisado. El pH también debe monitorearse continuamente porque es un valor con comportamiento logarítmico, es decir, entre un número y otro hay gran diferencia de iones de hidrógeno. En complemento, el pH es la variable más cambiante respecto

al crecimiento, puesto que el valor depende de la temperatura, la aireación, el crecimiento celular, la composición del medio y los niveles de diferentes productos excretados durante el crecimiento. A pesar de que el medio puede ser un poco ácido o básico, el pH interior en la célula debe ser lo más neutro posible con el objetivo de impedir la destrucción de macromoléculas internas. El intervalo común al que debe mantenerse el medio es de un pH de 6 y 8, si el biorreactor opera en un valor demasiado ácido o básico, el crecimiento del microorganismo es inhibido.

*Aireación, agitación y mezclado.* Otra de las principales variables es la **aireación**, porque suministra oxígeno o dióxido de carbono a los microorganismos que viven en el biorreactor. La aireación de un gas entrega el alimento a los microorganismos para que crezcan, esta operación es la forma **equivalente a la respiración en los humanos**, por ello es fundamental en el biorreactor; sin embargo, es compleja porque el gas está en diferente estado al medio acuoso donde estos crecen. Al coexistir diferentes estados de la materia, la solubilidad

del gas en el líquido es muy pequeña. En adición, la aireación se complementa con dos variables de operación: la agitación y el mezclado.

La función del **mezclado** es que todo el alimento que requieren los microorganismos llegue por igual en cualquier parte del biorreactor, mientras que la agitación permite que haya uniformidad y se pueda dispersar al gas con el fin de aprovechar las dimensiones y facilitar el contacto entre el alimento o sustrato y el microorganismo. Este comportamiento de homogeneización se puede ver simulado en la Figura 2 donde se observa un biorreactor con un fluido agitado por espas.

### ¿Qué es el $K_{La}$ ?

Para cuantificar la eficiencia de suministro del gas en el medio acuoso bajo agitación, se requiere calcular el valor de  $K_{La}$  que, por definición, es el coeficiente volumétrico de masa. Es decir, es un número que mide la eficiencia de suministro de gas en un biorreactor bajo las dimensiones de diseño y agitación. Se puede afirmar, que entre más grande sea el valor de  $K_{La}$ , mayor cantidad de suministro existe en el biorreactor. Para calcular el valor de  $K_{La}$ ,

se han estudiado varias ecuaciones experimentales que relacionan el volumen y el consumo de energía del biorreactor, como la velocidad de flujo en la aireación. En complemento, el  $K_{La}$  puede aumentar o disminuir proporcionalmente respecto al mezclado, velocidad del flujo en la aireación, tamaño de la burbuja, entre otros.

En la Figura 3 se observa al biorreactor siendo suministrado con un gas donde se pueden apreciar las variables que influyen en el  $K_{La}$ , este coeficiente debe ser constante cuando se haga un escalamiento ya que se replica el comportamiento de aireación y eficiencia entre el microorganismo y el gas para el crecimiento.

### Oxígeno disuelto y dióxido de carbono disuelto

La entrada de gases en el biorreactor influye e impacta en el crecimiento microbiano porque puede resultar benéfico o perjudicial dependiendo del metabolismo del microorganismo. En **microorganismos aerobios**, el oxígeno es benéfico para su crecimiento y el dióxido de carbono perjudicial. Por otro lado, en **microorganismos fotosintéticos**, el oxígeno podría ser perjudicial o indiferente, mien-

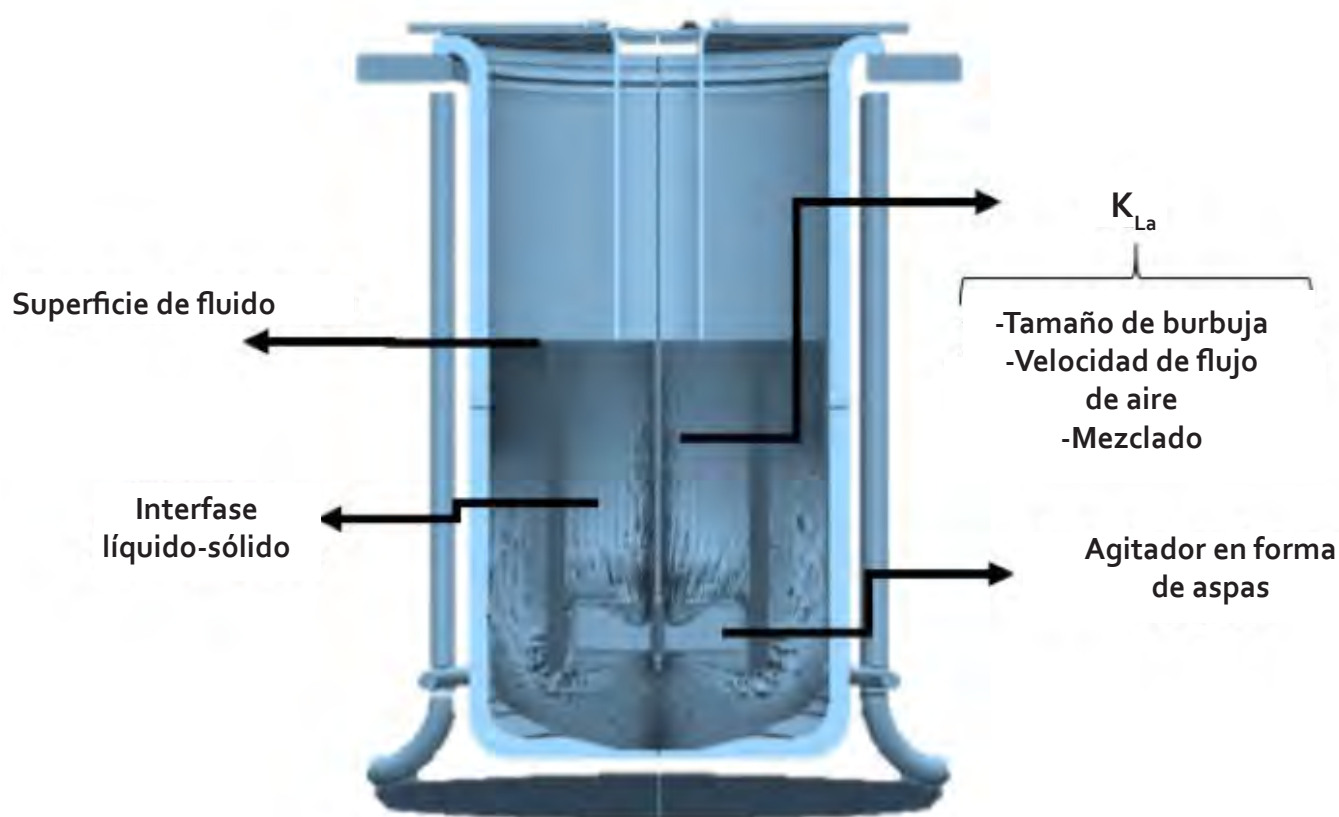


Figura 2. Simulación de la agitación y mezclado en un biorreactor tipo Batch (Tomada y modificada de Uribe, 2012).



Fig. 3. Sistema montado del biorreactor para calcular el coeficiente  $K_La$  (Hernández-Ixta).

tras que su sustrato sería el dióxido de carbono, el cual promueve la asimilación de otros nutrientes presentes en el medio de cultivo para la formación de macromoléculas necesarias para el crecimiento celular y la formación de energía.

#### Los bioprocesos como alternativa sustentable

Son considerados de esta manera por su viabilidad económica e innovadora para introducir productos y servicios menos contaminantes, orgánicos y vanguardistas. Para lograrlo, los biorreactores como sistema combinan **ciencias multidisciplinares** que requieren de estudios y pruebas de

operación desde varios enfoques como el químico, electrónico y mecánico. En adición, la combinación de estas disciplinas promueve el diseño como el estudio del comportamiento del biorreactor bajo diferentes intervalos de las variables, que optimizan o reducen su rendimiento con el fin de establecer las mejores condiciones de operación.

Finalmente, todo ello tiene el propósito de escalar el prototipo dirigido hacia un bioproceso que pueda aportarnos soluciones a problemáticas ambientales, de salubridad, alimenticias y energéticas que enfrenta el mundo moderno.



Montoya-Guzmán, A. D. y Bermúdez-Segura, M. Y. (2003). *Modelamiento de la transferencia de oxígeno para el cultivo de microorganismos en un biorreactor de columna de burbujeo* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2787/didierabdrsmontoyaguzman.monicayamilbermudezsegura.2003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Uribe, A., Rivera, R. y Murrieta, E. (2012). Agitación y Mezclado. *Revista Enlace Químico*, 4(1), 22-28.  
<http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/view/64>

Eldridge, B. y Kunjapur, A. (2010). Diseño de fotobiorreactor para producción comercial de microalgas. *Sociedad Americana de Química*, 49(1), 3516-3525.  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ie901459u>

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## ¡Culpable!: Dejó palabras en la escena del crimen

Itzi Paulina Medina Jiménez



**Itzi Paulina Medina Jiménez.** Maestra en Lingüística, Catedrática del Tecnológico de Monterrey, Campus Morelia.  
[itzipau12@gmail.com](mailto:itzipau12@gmail.com)

**D**e entre los especímenes más exóticos de la ciencia está uno que se desplaza por tierra entre las ciencias sociales y por aire entre las naturales, capaz de alimentarse tanto de oralidad como de escritura, quizás el más matemático de los humanistas: el lingüista. En el libro *Atrapados por la lengua. 50 casos resueltos por la lingüística forense*, publicado en 2020 por Larousse, Sheila Queralt —lingüista forense, fundadora de su propio laboratorio—, muestra cómo las palabras han sido

la **soga al cuello que muchos delincuentes se han puesto** sin saberlo, pues a manos de profesionales de la lengua, la evidencia de culpabilidad puede estar en una coma, una falta de *ortografía*, un salto abrupto de renglón, el número de vibraciones de tus cuerdas vocales o un cambio de párrafo.

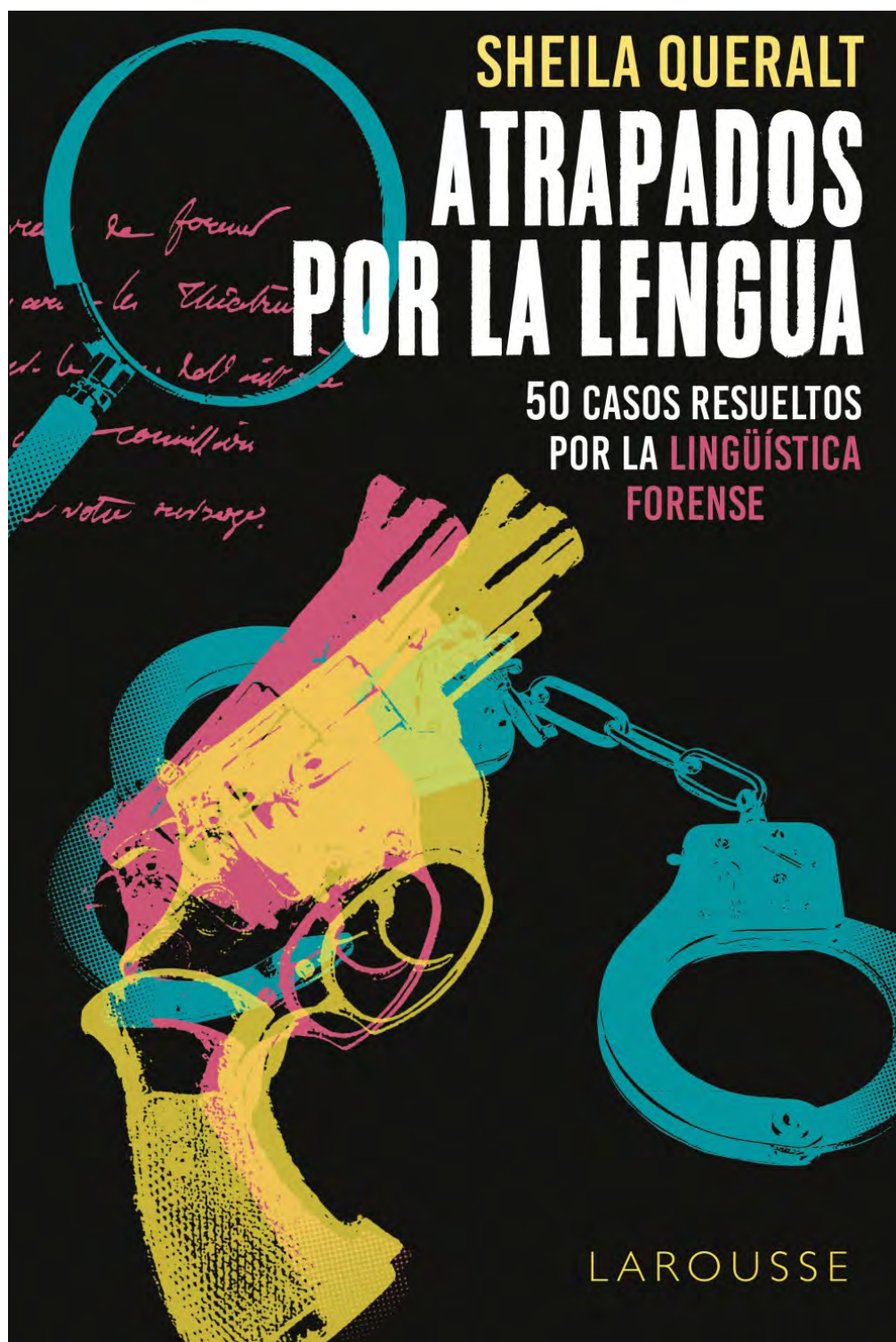
La lectura suena ya bastante apetitosa con el adjetivo *forense*, que provoca siempre rechazo y curiosidad en partes iguales; dicho de otra forma, «morbo». Todas las líneas forenses se ligan al concepto de *foro*, la plaza pública donde la antigua Roma sometía a discusión los sucesos más relevantes de la política y la justicia, a la vista de muchas

personas que emitían *juicios*. Esto ha derivado en la definición de *forense* como todas aquellas áreas ligadas a la justicia. De este modo, la ciencia de la lengua, la lingüística, en su rama forense, somete al análisis todos los elementos lingüísticos vinculados con lo legal, y ahora también quienes leemos este libro, somos partícipes del juicio.

Resulta que, como explica Queralt, **la diversidad de elecciones lingüísticas** que hacemos a diario, entre un modo y otro de expresar una idea (como evidencié a inicio del párrafo anterior), revela patrones que pueden decir mucho de quiénes somos, qué pensamos y en qué circunstancias cons-

truimos nuestros mensajes. Y si alguien ama los patrones son las y los lingüistas forenses. Así, el desdoblamiento que acabas de leer («las y los») te puede dar la idea de cierta postura política, al igual que el tuteo que empleo (en vez de *usted*) surtirá un efecto de cercanía e informalidad.

Naturalmente, solemos asociar la idea de *lengua* con los popularmente llamados «acentos» de cada país, sus palabras y las reglas para formar oraciones o, como nos gusta decir en la lingüística: **dialectos, léxico y sintaxis**, respectivamente. Sin embargo, la lingüística forense nos recuerda que lo que decimos oralmente y por escrito, con-



forma una entidad muy compleja (no complicada, aunque a veces también) que se puede ver desde los sonidos del habla, la anatomía de las palabras, la estructura de las oraciones, los significados y el uso de la lengua en contexto.

Esta complejidad que forma parte del ADN de la lengua, obliga a la lingüística —en todas sus ramas— a ser una ciencia tan humanista como matemática. Se vale de **metodologías comunes entre las ciencias humanas**, pero también de varias ciencias duras, **naturales o exactas** —tip conversacional: la discusión sobre cada uno de estos términos abre jugosas pláticas—. Además de ser una disciplina que define la «**interdisciplinariedad**», máxime en su línea forense: trabajar de la mano con otras ciencias para llegar muy muy lejos.

Así, la lingüística forense, a pesar de ser una ciencia joven y una rama aún más, ha sido capaz de encontrar información determinante en casos legales donde parecía no haber salida. La doctora Queralt nos cuenta 50 ocasiones en las que, mirando desde muchos ángulos toda clase de material lingüístico escrito y en voz —hasta aquel que parecía inútil—, se **han descifrado asuntos legales** y por la boca han muerto los peces más feroces.

Ojo aquí, que nuestra lingüista nos recalca que ella no estudia la psicología criminal, para ello están otras esferas del conocimiento; analiza los significados conceptuales (los literales) y procedimentales (los que guían la interpretación). Atrapar a imitadores de voces y escritos, develar al autor real y construir el perfil de un victimario, son algunas de las hazañas lingüísticas en los casos relatados. Desde identificar los escritos seudónimos de J. K. Rowling, en lo que compete al derecho de propiedad intelectual, hasta descubrir textos contruidos bajo amenaza, pruebas prefabricadas y declaraciones falsas, colaborando en casos penales como el del multihomicida estadounidense Unabomber, capturado por el estilo de su lengua.

Unabomber es el asesino serial más famoso de la lingüística forense: serial por cometer varios homicidios y ataques durante 17 años, y *serial* por ser parte de la aclamada serie de Netflix. Sus rasgos lingüísticos —que te los dirá Queralt—, permiti-

tieron hacerle un «retrato» que sirviera como pauta para saber a qué clase de sujeto buscar —o sea, un perfil—. Modestia aparte —o sea, que voy a decir algo súper arrogante y no me pueden juzgar—, la lingüística forense, tan despreciada en un inicio en



el mundo legal, resolvió lo que otras líneas no pudieron en más de diez años de incesante y costosa inversión por parte del FBI.

Pero además de abordar la evidencia lingüística en los procesos legales, este libro expone que la lingüística forense analiza el lenguaje de la ley y el rol del lenguaje en los procesos legales. Por un lado, la ley emplea cierto lenguaje que los estudios lingüísticos han encontrado críptico, cuando debería ser accesible para sus usuarios; si el derecho es para proteger a las personas, tiene que hacerse en un estilo que las personas entiendan. Aunado a esto, **la interpretación de una palabra en un documento legal puede cambiar por completo el rumbo de**

las acciones derivadas del mismo, y la lingüística forense ha sido necesaria en ese *plot twist*.

Por otro lado, **el lenguaje desempeña un papel político en los procesos**, ya que puede poner en desventaja a grupos vulnerables por no incluirlos



en su legislación o por no emplear los sistemas y las lenguas de las personas implicadas: lenguas indígenas —que en México son mínimo 68—, lenguas distintas a la oficial del país, lengua de señas —en la variante regional correspondiente—, braille, etc. Una mala traducción o un intérprete deficiente —diferente a *traductor*—, pueden resultar en litigios injustos.

Dentro de este mismo punto, no es nuevo el hecho de que, en México, como en el resto del mundo, las mujeres no fueron incluidas lingüísticamente por siglos en la constitución, gran parte de la población analfabeta sufre abusos jurídicos por no saber leer y muchísimas personas indígenas son en-

carceladas arbitrariamente sin que ellas tengan conocimiento de qué ocurre y sin que su lengua pueda ser escuchada. Nos falta mucho en el camino hacia los derechos lingüísticos para todas, todos, todes.

Afortunadamente, lingüistas como Sheila Queralt han participado en momentos donde se requería conseguir equidad entre hablantes. Espero que puedas emocionarte como yo, al leer la sentencia pionera en emplear un lenguaje sencillo para que el principal implicado, un niño con síndrome de Asperger, pudiera entenderla con claridad. Ni te imaginarías cuál fue el país que innovó dando este paso. Dicha sentencia abre una ventana para mirar la fragilidad que puede tener un individuo ante el lenguaje, no solo en una corte; nuestra ignorancia en ámbitos comunicativos como los medios, la política y las herramientas digitales, suele derivar en malas *decisiones*.

En este sentido, concientizar las **marcas lingüísticas** que tienen un depredador cibernético, reconocer las limitaciones de los **motores de traducción**, aprender qué **tipo de conversaciones** son admisibles como prueba legal, localizar las características de una *fake news* o entender los **mecanismos de manipulación** que emplea la clase política, permite protegernos y actuar de manera informada. Dentro de su texto, Queralt cuela algunos consejos al respecto, los cuales pueden salvarnos de ciertos delincuentes, o incluso servirnos como defensa en procesos judiciales.

En suma, este libro es una forma astuta de aprender un poco de lengua por placer o por autodefensa, mientras nos enteramos de fascinantes embrollos legales, propios de nuestras películas favoritas de suspenso —o del terror más intenso—. La doctora Queralt, encima, es una buenaza en su área a nivel mundial; un ejemplar destacado de *Lingüista forense*, una subespecie científica escasa y cada vez más empleada en la investigación. Si te gusta observar la comunicación humana y encontrar evidencias en ella, si eres detallista y sigues tu intuición —base de toda ciencia—, o si tienes alma de espía o vocación de chismoso, este libro podría convertirse en un acertijo seductor o, quién sabe, hasta en una efectiva orientación vocacional para unirte a esta ciencia.

# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## El derecho humano a un ambiente sano

Paulina Isabel Silva Rubio



**Paulina Isabel Silva Rubio.** Maestra en Derecho Administrativo. Posgrado de derecho de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[kauza@hotmail.com](mailto:kauza@hotmail.com)

**E**n la actualidad la mayoría de las personas hemos escuchado acerca del cambio climático y de cómo afecta al planeta tierra. Estas afectaciones tienen un impacto directo en el medio ambiente, por tanto, se vulnera el derecho humano que tenemos a disfrutar de la sanidad de nuestro entorno.

### Derecho Humano al Medio Ambiente Sano

Los derechos humanos en nuestro país han estado reconocidos desde la creación de las prime-



ras leyes. Al promulgarse la Constitución de 1917, que se encuentra vigente, estos derechos se establecieron en el primer capítulo bajo el título Garantías Individuales; sin embargo, en 2011 se realizó una reforma en la cual esta denominación cambió a Derechos Humanos, lo cual permitió que se utilice el mismo término establecido en los Tratados Internacionales de los cuales es parte nuestro país.

Dentro de estos Derechos Humanos, en México, tenemos el **Derecho Humano al Medio Ambiente Sano** (artículo 4ª constitucional). Este derecho tiene su origen en diversos antecedentes internacionales, uno de ellos es la conferencia realizada en Estocolmo a principios de la década de los 70, donde se debatió por primera vez la importancia del medio ambiente como un elemento fundamental para el respeto de los derechos del ser humano. En esta conferencia los líderes mundiales discutieron los crecientes daños ambientales provocados por la contaminación y la sobrepoblación. Con la aprobación de una declaración de 26 principios sobre el medio ambiente humano, se resume la preocupación por el medio en el que habita el ser humano y se establece por primera vez en la comunidad internacional, el derecho fundamental a disfrutar de las condiciones de vida adecuadas en un medio

que le permita llevar una vida digna sin discriminación y gozar de bienestar físico y espiritual, necesario para el desarrollo integral.

Más tarde, en 1992, se llevó a cabo la segunda **Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro**. En esta reunión se demostró que se habían realizado muy pocos avances respecto a lo acordado anteriormente, debido a que los intereses económicos y políticos seguían siendo superiores al interés por el cuidado del medio ambiente. Es importante destacar que en esta conferencia se adoptó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, donde se estableció el compromiso por parte de los estados para lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

En el año 2002 se realizó una nueva cumbre en el continente africano, en la que se reconoció el continuo **sufrimiento del ambiente global**, destacándose la pérdida de la diversidad biológica, la reducción de las reservas pesqueras, la desertificación, los efectos adversos del cambio climático y la mayor frecuencia de los desastres naturales. Por ello se invitó a construir la solidaridad humana, promover el diálogo y cooperación entre las naciones y los pueblos.



Las declaraciones que surgieron de estas cumbres dieron como resultado el **reconocimiento universal de la importancia del derecho a vivir en un medio ambiente sano**. Con ello tenemos que el desarrollo de la normativa internacional en relación a la protección del medio ambiente, dio origen al surgimiento de una nueva rama del derecho conocida como derecho ambiental, así pues, podemos decir que este es parte del derecho humano al medio ambiente sano. Tomando en cuenta estos antecedentes internacionales, en México, el 28 de junio de 1999, finalmente se publicó en el Diario

Oficial de la Federación la reforma al artículo 4º, en el que se estableció el derecho a un medio ambiente adecuado, unos años después, el 8 de febrero de 2012, se reformó este artículo y se estableció que «Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley».



## Derecho humano y cambio climático

Si bien las leyes actuales así como los tratados internacionales otorgan el derecho humano al medio ambiente sano, en la actualidad existe un fenómeno que está afectando gravemente la salud de nuestro ambiente en todos los rincones

del planeta: **el cambio climático**, causado principalmente por el calentamiento global y los efectos que este produce en el medio ambiente.

Aunque también existen causas naturales que producen el calentamiento global, ya que han existido cambios radicales en el clima planetario debido a modificaciones en la rotación, en la órbita y en la inclinación de la Tierra, o por eventos naturales

extraordinarios como las erupciones volcánicas, es la actividad humana la principal causa del aumento del efecto invernadero, ya que la quema de combustibles fósiles y la deforestación de bosques y selvas lo incrementan considerablemente. Así como tenemos el derecho a un medio ambiente sano, **debemos ser respetuosos** de evitar las causas que nos han llevado a este calentamiento global.



Tinoco, J. U. C. (2015). *Cambio climático y derechos humanos*. Comisión Nacional de los Derechos Humanos, México. <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/folleto-Cambio-Climático-DH.pdf>  
 Naciones Unidas. (25 de octubre de 2018). El derecho humano a un medio ambiente sano debe ser reconoci-

do. *Noticias ONU. Mirada global Historias humanas*. <https://news.un.org/es/story/2018/10/1444342>  
 Santiago Loredo, C. (2017). Derechos Humanos y Cambio Climático. *Dfensor*, (5), 12-19. [https://cdhcm.org.mx/wp-content/uploads/2014/05/defensor\\_05\\_2017.pdf](https://cdhcm.org.mx/wp-content/uploads/2014/05/defensor_05_2017.pdf)

# LA CIENCIA EN EL CINE

## Biohackers

Horacio Cano Camacho



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

**H**oy les voy a recomendar una serie palomera, de esas para verse cuando no encontramos otra cosa de mejor calidad o estamos hasta el cepillo del encierro. No es mala si nos limitamos a pasar el rato, tiene, de hecho, una buena factura. Los escenarios (salones, laboratorios, equipos) son espectaculares y me gustó la caracterización y el ambiente universitario, tal vez por nostalgia. Sin embargo, plantea una visión que me choca: la ciencia como creadora de monstruos.

Entonces, ¿por qué la recomiendo? Nos guste o no, muchas personas sacan los «conocimientos» sobre ciencia y tecnología de los que les presenta la televisión, el cine y, últimamente, las redes sociales.

Y lo podemos ver en las opiniones de muchos sobre las vacunas o la tendencia a creerse cualquier teoría de conspiraciones, científicos siniestros y todo un conjunto de ideas muy sesgadas sobre la ciencia. En particular la Biología es víctima de este tipo de equívocos. A pesar de que desde la antigüedad se puede dar cuenta de trabajos sobre la medicina y la descripción de otros seres vivos, la Biología como ciencia es relativamente reciente. Especialmente, el planteamiento de la teoría de la evolución y el surgimiento de la genética a fines del siglo XIX, marcan el despegue de esta ciencia (siempre complicada).

A diferencia de otras disciplinas como la física, química, geología, etc., la Biología ha tenido que levantarse contra una gran muralla ideológica porque «le disputa el poder» a un Creador (cual-

quiera que este sea), y en esta serie se encargan de repetírnoslo a cada rato.

La serie trata (o eso pretende) un tema que poco a poco está cobrando actualidad y sobre el que deberíamos estar muy informados con la finalidad de no caer en errores y terrores, y aquí creo que el programa no contribuye mucho, y menos si pensamos que es un thriller dirigido a los jóvenes. Por ello lo traigo a estas páginas, ya que, sin duda, muchos pueden incrementar aún más sus confusiones en torno a la Biología.

Biohackers es un thriller alemán pensado en un público joven, escrito y dirigido por Christian Dittler y estrenado apenas en el mes de agosto en la plataforma Netflix. Se trata de una serie de seis capítulos sobre la historia de Mia (Luna Wedler), una joven con un trágico pasado familiar marcado por

la muerte de sus padres y hermano gemelo. Mia se traslada a vivir a Friburgo, en la Universidad del mismo nombre, con el propósito de estudiar medicina. Se inscribe como optativa en la clase de biología sintética de una muy famosa científica, la Dra. Lorenz (Jessica Schwarz), una mujer que ha logrado importantes contribuciones a la genética y la biología molecular, pero de una arrogancia y ambición que cae mal desde el primer minuto.

Poco a poco nos vamos enterando de que Mia no entró por el interés científico, que hay algo en el pasado que la vincula, para mal, a la Dra. Lorenz, además de que Mia parece responder a un interés más allá de lo académico. En fin, ese es el escenario inicial. El director de la serie ha declarado a la prensa que para crearla se inspiró en una serie de conversaciones con sus amigos «biólogos», quienes afirmaron que no había un tema que les inspirara tanto terror como la biología sintética (no el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, las





pandemias, la desigualdad en el mundo, el resurgimiento de los nacionalismos extremos), de manera que quiso mostrarnos la realidad de esta práctica. Resulta curiosa esta declaración, porque la serie de lo único que no habla es de biología sintética. En realidad, es una confusión de conceptos, líneas, términos tomados de muchas disciplinas actuales de la Biología. Es increíble que el escritor y director no se asesoró de verdaderos científicos, pero sí por militantes anticencia, como parece ser el caso, ya que confunde y enreda mucho las cosas (o realmente era ese el objetivo).

Y esa es la parte peligrosa de la serie. Si fuera el cuento de Cachirulo, con castillos de cartón y princesas y hadas vestidas con ropa de la primera comunión, resultaría fácil darse cuenta de la broma, pero como ya lo dije, la serie tiene buena factura y está plagada de términos «científicos», pero sacados totalmente de contexto, lo que en un auditorio no versado, claramente crea confusión y miedo. Decía que a la Biología le ha costado mucho avanzar en la aceptación social; mientras se dedicaba a describir bichos y flores, todo iba bien. Pero meterse a estudiar su evolución, composición, estructura

y las leyes que rigen estos sistemas ya es otra cosa. La Biología ha demostrado la unidad y composición de los seres vivos y ha probado que realmente somos entidades químicas capaces de evolucionar y autosostenernos, y esto expulsa la necesidad de un Creador, o como Richard Dawkins lo expresa, de un relojero, y a la religión e ideologías esto no les gusta nada.

Desde el surgimiento de la Biología, esta ha sido atacada por tal razón. La teoría de la evolución ha sido combatida por los grupos fundamentalistas porque pone en el dominio de las fuerzas interiores de los propios seres vivos el surgimiento de las especies, el cambio que opera en ellos y ¡¡horror!!, pone a los humanos en el mismo nivel de los hongos o los helechos. La biología molecular fue atacada porque «reducía» al nivel del comportamiento de las moléculas la explicación de fenómenos muy complejos, y demostraba que la vida podía ser entendida si comprendemos la física y la química detrás de este fenómeno.

Cuando surgió la posibilidad de alterar mínimamente estos mismos fenómenos, a través de modificaciones de la causa última de todo proceso

biológico, los genes, rápidamente se le acusó de «jugar a ser Dios», es decir, usurpar un dominio exclusivo del Creador.

Vamos a comentar algunos de los equívocos, voluntarios o no, de la serie en cuestión. Mia, la protagonista de la serie, comienza a estudiar medicina y se inscribe en un curso de biología sintética con una famosa investigadora del campo: desde allí la cosa se pone complicada. Esta disciplina constituye una síntesis de muchas otras áreas muy complejas. Para empezar, entrarle a esta área significa que tenemos un dominio muy bueno de química, bioquímica, biología celular, microbiología, genómica, transcriptómica y un amplio etcétera, de tal manera que uno supondría que cualquier estudiante que entre a este curso, ya ha acreditado todos los anteriores, así que mínimamente uno esperaría que se trate de un curso para estudiantes avanzados.

Podríamos suponer que simplemente se trata de charlas de actualización, pero la cosa se pone complicada cuando la profesora les exige manipular seres vivos y proponer soluciones a enfermedades incurables ¡a los alumnos de nuevo ingreso! El «emprendimiento» llevado al exceso... La profesora incluso les pide tirar sus libros y crear soluciones desde cero en una materia, por naturaleza, integradora del conocimiento. Imaginemos que llegamos con un grupo de chicos de la prepa y les decimos: Para mañana traigan una propuesta de la cura al cáncer de colon; ustedes preparen un anticuerpo contra el Covid y ustedes de atrás, fabriquen un mosquito nuevo, que no exista en la naturaleza. Los que no lo hagan, están reprobados... ¡Ah!, y no quiero, ni por asomo, que busquen nada en los libros ya que son obsoletos al día siguiente de imprimirse, tienen que crear desde cero. ¡Como si la ciencia no se sustentara en el conocimiento previo, incluyendo al que termina por derrotar!

El trabajo en el laboratorio, de cualquier área requiere disciplina, conocimiento y habilidades, y en la serie, cualquiera hace «modificaciones genéticas» a cualquier cosa, hasta con enseres de cocina y sin estudio y planificación previa, solo deseándolo y poniéndose manos a la obra. Y aquí hay un segundo problema, sembrar la idea de que la biotecnología molecular es cosa de trabajar en la cocina de la casa, que podemos hacer transgénesis, clonación animal o CRISPR/Cas (técnica de edición genética

aún en desarrollo pero con gran potencial) o crear nuevas especies en la sala, en el bar o en donde sea.

De hecho, hay una escena de lo más chusca. Mia, que se la pasa en fiestas, bares, reventones al aire libre y nunca estudia –como ninguno de los otros protagonistas– el único momento donde argumenta que tiene que estudiar para el día siguiente, su enamorado la convence que se vayan a drogar y ya «verán» al otro día, y es que fue invitada a una fiesta donde les dieron marihuana modificada con



la proteína verde fluorescente para que brille en la oscuridad. La proteína verde fluorescente (GFP) es producida por la medusa *Aequorea victoria*, que emite fluorescencia en la zona verde del espectro visible. Se usa como marcador o gen reportero. Cuando queremos saber en qué tejido o situación particular se expresa un gen, a las regiones regulatorias de tal gen se les coloca un marcador fácil de seguir y luego se les enfrenta al inductor para el que se supone dan respuesta. Luego se puede observar en qué tejidos y condiciones se expresa, mirando a través de microscopios. Con modificaciones genéticas se logró extender la paleta de colores al rojo, azul, naranja, etc., con lo cual se tiene un instru-

mento de seguimiento genético muy poderoso.

En la serie, las plantas de marihuana expresan la proteína por todos lados, incluso se transfiere a las manos de los chicos o sus rostros como si se tratara de harina y van dejando huella por todos lados, que ellos a su vez tocan. ¿A quién se le ocurriría poner GFP en las hojas de una planta y luego sacar los brotes y fumarlos? A unos adolescentes, desde luego. ¿Con qué finalidad? Ninguna, solo «divertirse». De dónde la sacaron y en dónde hicieron esa



modificación no importa, cualquiera lo puede hacer en la cocina de su casa, según la serie.

Las proteínas fluorescentes, entre las cuales se encuentra la GFP, son muy versátiles y se utilizan en diversos campos como la microbiología, ingeniería genética, fisiología, e ingeniería ambiental. Su desarrollo fue tan importante que mereció el Premio Nobel en 2008 para Osamu Shimomura, Martin Chalfie y Roger Y. Tsien por el desarrollo de esta tecnología.

Permiten ver procesos previamente invisibles, como el desarrollo de neuronas, la diseminación de las células cancerosas, o la contaminación de agua con arsénico, por mencionar algunos usos.

Con la obtención de proteínas de muchos colores, las complejas redes biológicas pueden ser marcadas diferencialmente, lo que permite visualizar la biología celular en acción. Pero eso no es biología sintética.

Mia se liga en la primera hora de clase a Jasper (Adrian Julius Tillmann), auxiliar de la profesora Lorenz y le sonsaca secretos de la investigación de su jefa, dos días después de iniciar el curso, ya es su auxiliar de investigación (creo que la famosa científica no tienen para pagarle a técnicos expertos ni contratar posdoctorados, es decir, científicos formados). Jasper no es un posdoc, ni siquiera un técnico o un estudiante de posgrado, es un chico «listo» de la licenciatura que tiene la confianza absoluta de la investigadora, incluso esta le tolera que se duerma en clase, o que se lleve los experimentos a su casa.

Así nos enteramos que Jasper está diseñando mosquitos para que sean más eficientes para diseminar enfermedades y lo hace en un remolque afuera de su casa, sin medida alguna de bioseguridad y nada más porque sí. ¿A quién se le ocurriría fabricar moscos que transmiten virus de manera más eficaz? Ya lo adivinaste, ¡a un adolescente! Y ¿Por qué? ¡Por diversión! Además trabaja en su propia casa con virus terroríficos, capaces de matar a una persona en poco tiempo y lo hace sobre la mesa de su remolque, en donde no existen ni campanas de flujo laminar, ni equipos de presión reducida, vaya, ni guantes, ni nada remotamente parecido a lo que dictan las normas.

Podríamos, si nuestros prejuicios raciales nos han convencido, suponer que los chinos no cumplan ninguna norma y hacen todo sobre las rodillas, porque son chinos y por lo tanto sucios, ilegales y les importa un cacahuate la humanidad, pero ¿En el corazón de la civilizada Europa alguien está haciendo moscos mortíferos en la cochera de su casa y además con el visto bueno de una prestigiada investigadora? La justificación de Jasper es absurda, pues dice que lo hace por diversión, porque es «muy listo» y para saltarse las normas burocráticas de la Universidad.

En el mismo sentido actúa la profesora que tiene un laboratorio muy avanzado de biología molecular en su casa, lugar donde hace «diabluras» que la Universidad no permitiría, como inyectarle

genes a Jasper para «curar» su mal de Huntington, por ejemplo. No importan los protocolos de investigación que dictan que un caso aislado es anecdótico y no tienen valor para la ciencia y además lo hace a escondidas. Pero claro, la investigadora es tan mala, que mantiene con vida a Jasper para que este se encargue del trabajo sucio. El argumento de la profesora Lorenz es igualmente tonto, en la Universidad corre el riesgo de que la molesten, incluso que algún hacker le «robe» información, entonces traslada a su casa los experimentos y allí no hay técnicos ni apoyo colectivo, solo Jasper, un estudiante que además tiene corea de Huntington ¿En dónde se ha visto eso? Las odiosas compañías farmacéuticas son más responsables y tienen laboratorios ultramodernos y de lo más regulados.

Los estudiantes (que ya dijimos que no estudian) hacen cualquier experimento, por sofisticado que sea, en la cocina de su casa, en el antro, incluso en sus propios cuerpos. Hay un personaje que, faltaba más, es china, Chen-Lu (Jing Xiang), otra alumna de la Universidad pero de Biología, que es experta en CRISPR y edita y hace cualquier modificación que quiera en el instante y sin siquiera conocer mínimamente las secuencias y procesos que le encargan. Inyecta genes (eso dice que es CRISPR) o proteínas (eso también, según la serie es CRISPR) y obtiene cualquier resultado que desee, como sintetizar anticuerpos en unos minutos, recoger del piso una gotita de un «anticuerpo» y luego inyectarla a unas células que sacó quién sabe de dónde, sin saber siquiera si son la línea celular adecuada para el fin que persigue (ni siquiera tiene una incubadora y las condiciones mínimas de esterilidad), para obtener un frasco completo de anticuerpos media hora después, sin proceso alguno de purificación, ni equipo, ni conocimiento previo de lo que está haciendo (claro, ya lo dijo la Dra. Lorenz, el mundo es de los osados, de los que renuncian al conocimiento previo), pero Chen-Lu es china, si quiere caer en clichés.

Y claro, esos anticuerpos se usarán un rato después para inyectarlos a pacientes del hospital. Comienzo a creer que los europeos son infinitamente más descuidados que los chinos...

Y así cada personaje que hace «biología sintética» (en realidad sería, toda distancia guardada, biología molecular), es una caricatura. Unos bobos

irresponsables que gozan haciendo cirugías en su propio cuerpo sin siquiera esterilizar el material (uno se inserta imanes en el vientre, dedos, cabeza...), bebiéndose (o fumándose) la GFP y cuanta cosa tienen a mano o de promiscuos sexuales. Es decir, son unos irresponsables, locos e imbéciles: justamente la imagen que la serie en realidad quiere proyectar de la ciencia, en particular, de la Biología.



Por contraste aparece un personaje que es el único cuerdo, maduro y con ética. Se trata de Niklas (Thomas Prenn), amigo y compañero de casa de Jasper, un estudiante de sociología y militante anti biología sintética (casualmente) y enamorado de Mia (una semana después de conocerla ya está perdido por ella y más que dispuesto a ponerle el cuerno a su amigo sin pena alguna) a la que ayudará en su cruzada contra los malvados genetistas.

¿Y qué crees? La serie además es pirata. Sí, el proyecto de los malos se llama Homo Deus, ca-



sualmente como el libro del historiador israelí Yuval Noah Harari, en donde plantea la brecha que se está abriendo entre varios sectores de la población por su acceso a la tecnología, en particular hacia aquellas que mejoren la salud y en extremo, que puedan mejorar su cuerpo al transformarlo mediante las nuevas tecnologías. Hay varios errores en este texto que se comprenden por la formación del autor; sin embargo, la tesis central de la desigualdad futura



es muy interesante. Efectivamente, estamos viendo que ya existen varios tratamientos experimentales contra el cáncer, la diabetes, incluso la Covid basados en anticuerpos monoclonales, que son inaccesibles para todo el mundo, salvo unos pocos privilegiados, pues cuestan miles y hasta millones de dólares cada uno. Lo podemos ver en el tratamiento para Covid usado con el presidente Donald Trump al que se le aplicaron estos, aún sin recibir autorización sanitaria y en dos días lo teníamos de nuevo organizando un golpe de estado.

Pero mientras Harari hace un estudio serio sobre las consecuencias de dejar en manos privadas estas tecnologías que persiguen solo el lucro, en la serie las ponen en manos de adolescentes bobos y ponen a los científicos que «supuestamente» desean masificar las técnicas, como unos monstruos. Una forma de hacerlo, sería usar fondos públicos para la investigación, para que los resultados sean de dominio público. Por el contrario, los científicos (la científica realmente, solo es ella) de la serie son unos monstruos y le esconden a la propia Universidad lo que hacen, con quién sabe qué fines, lo cual es un contrasentido que el escritor de la serie no se tomó el tiempo en meditar.

Por supuesto que una serie como esta pretende captar al auditorio y venderle un producto, no hacer o divulgar ciencia; no obstante, con estos temas se puede construir una muy buena historia, incluso muy crítica con esta área de la ciencia. Pueden, de manera muy imaginativa, si se esfuerzan un poco, hablar sobre las responsabilidades éticas de los científicos, las consecuencias de hacer un mal uso de estas herramientas, inclusive armar una muy buena película de fantasía. Incluso hablar de transhumanismo o el mismo biohacking. Por el contrario, decidieron convertirla en un panfleto anticientífico más y no se tomaron el tiempo para estudiar, simplemente tirarnos un royo a sabiendas de que es mentira.

Y ese es precisamente el problema de muchos «militantes» que anteponen sus creencias, odios y superchería a cualquier evidencia o a los datos técnicos, creando con ello toda una corriente de malos entendidos, miedos y desinformación: así precisamente se ha diseminado las teorías conspirativas, las ideas de que en las vacunas hay fetos abortados o que los chinos simplemente crearon un virus que luego «se les escapó», a pesar de que la evidencia abrumadora apunta en otros sentidos. Es lo triste de estas series, que con tantos recursos para hacer algo más digno, desperdicien el tiempo del auditorio. En fin, véanla, a pesar de mi enojo, se las recomiendo. En casa nos divertimos mucho localizando las tonterías que una tras otras nos va mostrando en la serie, y como digo frecuentemente, mientras las compañías de transgénicos o las grandes farmacéuticas tengan «enemigos» como estos, pueden dormir tranquilas.

# EXPERIMENTA

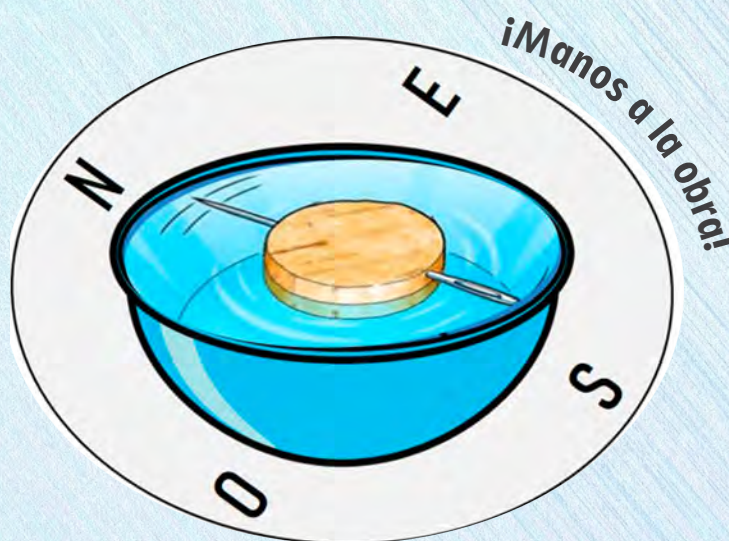
## ¡Vamos a fabricar una brújula!

\* Rafael Salgado Garciglia

Desde la antigüedad, la brújula se ha utilizado para orientar y saber qué dirección tomar, sobre todo por los navegantes. Una brújula siempre marca el punto norte, debido al magnetismo de los polos en nuestro planeta, con un mapa nos ayuda a orientarnos. Aunque hay brújulas que podemos comprar, en este experimento, construiremos una de manera muy fácil.

### Material:

- Un imán
- Una aguja  
(aprox. 4 cm de largo)
- Un corcho mediano  
(aprox. 3 cm de largo y 1.5 cm de diámetro)
- Un plato hondo
- 1 hoja de papel
- Agua



**1** frota la punta de la aguja con el imán hasta que compruebes que esté imantada (prueba si atrae algo metálico como otra aguja).

**2** ahora hay que insertarla en la mitad del corcho, atravesándolo como se muestra en la figura, hazlo con mucha precaución.

**3** llena el plato con agua, lo suficiente para poner el corcho con la aguja, pero sin que se derrame, y coloca debajo una hoja de papel con los puntos cardinales Este y Oeste, según tu ubicación. Recuerda que el sol sale por el Este y se pone por el Oeste.

**4** Finalmente, coloca el corcho con la aguja en el centro del plato con agua y espera unos minutos a que se establezca su movimiento. La posición de la aguja indica la dirección Norte-Sur y la punta deberá de marcar hacia el Norte, ahora podrás dibujar en la hoja los puntos Norte y Sur. Aunque tu muevas el plato con agua con mucho cuidado o incluso el corcho, la aguja siempre apuntará al Norte.

### ¿Lo observaste?

Esto sucede debido a que, al imantar la punta de la aguja, ésta siempre señalará al norte. Su funcionamiento se basa en el magnetismo terrestre.



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

# INFOGRAFÍA

## 5 consejos para un aula saludable



# 5 consejos para un aula saludable



Usar en todo momento y de manera correcta la mascarilla o cubrebocas. Siempre usar una mascarilla adecuada, ya sea clínica, N95 o KN95. Si es de tela, debe usarse una clínica como primera capa.



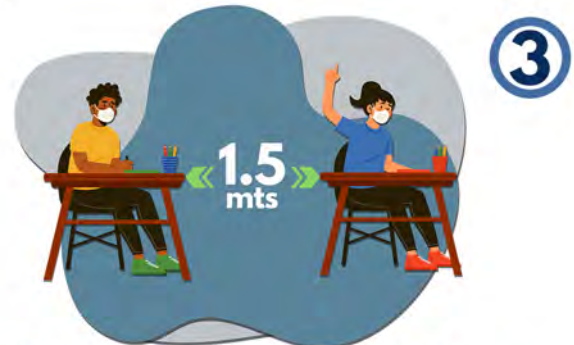
Desinfectar todos los objetos compartidos después de cada uso, así como tu espacio de trabajo antes, durante y después de utilizarlo.



Lavarse las manos frecuentemente y cuando no sea posible utilizar alcohol en gel.



Mantener bien ventilada el aula en todo momento y evitar grupos y reuniones multitudinarias tanto dentro como fuera de la escuela. Hacer pausas al menos cada media hora y salir al aire libre. No permanecer más de una hora en un espacio cerrado



Maximizar el distanciamiento físico de alumnos y profesores de al menos 1.5 mts al interior y exterior del aula.



Diseño: Miguel Gerardo Ochoa

