

# Saber Más

## Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



### Dime qué comes y te diré quién te come

Tabaquismo y tuberculosis: Una relación tóxica  
La mejor alternativa es no comenzar a fumar  
Bacterias a la defensa de los anfibios  
Fitohormonas en la defensa de las plantas:  
Una lucha estratégica

El super villano del cuerpo humano  
El Biofilm, una comunidad gobernada por bacterias  
Pluriactividad campesina de la Sierra Norte de Oaxaca  
Cuentos que se quedan solo en cuentos  
La hipertensión arterial: tres formas de matar en silencio

Año 7 / No. 42 / Noviembre-Diciembre / 2018  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



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

# CONTENIDO



Maudie Merlos Pérez



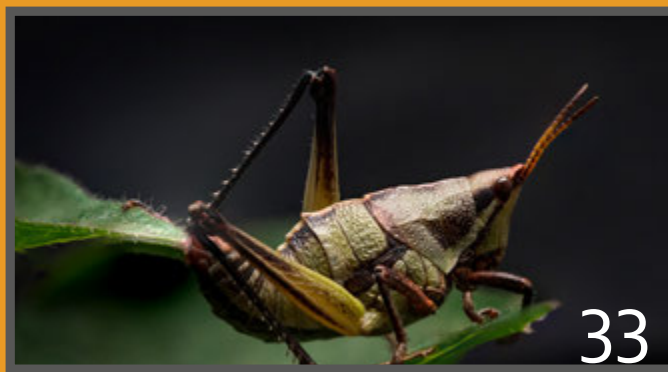
## Dime qué comes y te diré quién te come 24

### ARTÍCULOS

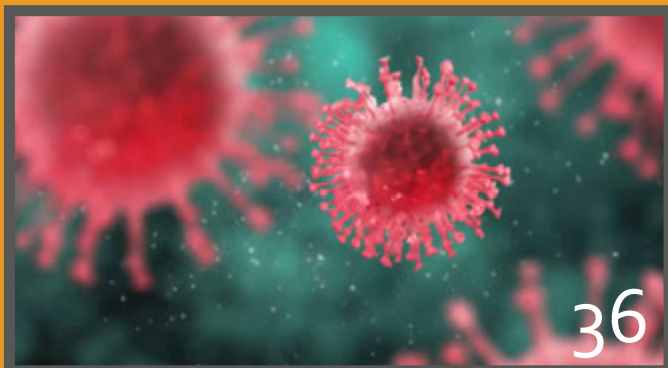
Tabaquismo y tuberculosis: Una relación tóxica	18
La mejor alternativa es no comenzar a fumar	21
Bacterias a la defensa de los anfibios	29
Fitohormonas en la defensa de las plantas: Una lucha estratégica	33
El super villano del cuerpo humano	36
El Biofilm, una comunidad gobernada por bacterias	40
Pluriactividad campesina de la Sierra Norte de Oaxaca	44
Cuentos que se quedan solo en cuentos	48
La hipertensión arterial: tres formas de matar en silencio	52



16



33



36



52



48

**ENTÉRATE**

Tras las huellas de la materia oscura 6  
 Michoacanos ganan en la Olimpiada Nacional de Biología 9  
 Concurso de Fotografía Científica 10

**TECNOLOGÍA**

El futuro al alcance de un botón 55

**UNA PROBADA DE CIENCIA**

Cosmosapiens 58

**CIENCIA EN POCAS PALABRAS**

Seguridad alimentaria 60

**LA CIENCIA EN EL CINE**

¿Cuándo el futuro nos alcance? 62

**EXPERIMENTA**

Cohete de bolsa de té 66

**EL MUNDO DE AYAME**

Psitácidos Mexicanos 66

**PORTADA**

*Maudie Merlos Pérez. Diseñadora gráfica y cantante, principalmente de rock. Actualmente radica en Suiza y realiza trabajos de diseño, ilustración y pintura.*

*[www.maudiemerlos.com](http://www.maudiemerlos.com)  
[ensamblemattic@yahoo.com.mx](mailto:ensamblemattic@yahoo.com.mx)*



**Entrevista a Jorge Contreras Garduño,**  
 Profesor-Investigador de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES),  
 UNAM campus Morelia

12

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Medardo Serna González

## Secretario General

Dr. Salvador García Espinoza

## Secretario Académico

Dr. Jaime Espino Valencia

## Secretario Administrativo

Dr. José Apolinar Cortés

## Secretario de Difusión Cultural

Dra. Norma Elena Gaona Farías

## Secretario Auxiliar

Dr. Héctor Pérez Pintor

## Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

## Tesorero

C.P. Adolfo Ramos Álvarez

## Coordinadora de la Investigación Científica

Dra. Ileri Suazo Ortuño

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 7, No. 42, Noviembre-Diciembre, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 06 de noviembre de 2018.

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.

Saber Más

## 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

Dra. Ileri Suazo Ortuño  
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos  
Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de  
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dra. Vanessa González Covarrubias  
Área de farmacogenómica, Instituto Nacional de  
Medicina Genómica, México, D.F.

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

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

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Puebla, Puebla, México.

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

## Asistente de Edición

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera  
Fernando Covián Mendoza  
Dr. Cederik León De León Acuña

## Diseño

M.D.G. Irena Medina Sapovalova  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Correctores

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Podcast

Dr. Cederik León De León Acuña  
Mtro. Luis Wence Aviña  
Mtra. Alejandra Zavala Pickett

# EDITORIAL

Con este número terminamos el año 2018, en el que publicamos los seis números correspondientes al volumen 7. El próximo mes, *Saber Más* cumplirá 7 años de publicación ininterrumpida, tiempo en el que hemos ofrecido cientos de artículos de divulgación científica e información muy interesante en cada una de sus secciones, trabajo que en *Saber Más* continuaremos realizando a favor de esta tarea fundamental para el avance del conocimiento y permitir que ustedes nuestros lectores, se introduzcan al mundo de la ciencia y la tecnología. En este año, debido al alto número de artículos recibidos, decidimos publicar diez artículos por número con el fin de acelerar el tiempo de publicación, de tal manera que en el 2019 se publicarán 60 nuevos manuscritos.

En este número, encontrarás diversos temas de la ciencia para *Saber Más* sobre las toxinas de la piel de ciertos anfibios como las ranas que les protegen de sus depredadores, que puedes leer en el artículo de portada "Dime qué comes y te diré quién te come"; de bacterias, como las que defienden a algunos anfibios de microorganismos patógenos y cómo éstas se agrupan para formar el biofilm o biopelículas que nuestro cuerpo alberga; de la función de las fitohormonas en la defensa de las plantas, del poder de las células cancerosas, de la diversidad de las actividades que los campesinos realizan para satisfacer sus necesidades básicas, de algunas formas de matar de la hipertensión arterial si no te la controlas, así como todo acerca de los mitos más populares y negativos de los murciélagos, mostrándote

la realidad de este simpático y maravilloso grupo de organismos. En "Fumar o no Fumar", puedes leer dos artículos en los que se muestra la asociación de este mal hábito con la tuberculosis, y como fumar con el cigarrillo electrónico no te salva de los problemas de salud que ocasiona esta actividad.

Además, tenemos noticias y temas para ti, de ciencia y tecnología en las secciones Entérate, Tecnología, La Ciencia en Pocas Palabras, Experimenta y el Mundo de Ayame; las recomendaciones para leer un libro de ciencia y ver una película de ciencia ficción, en las secciones de Una Probada de Ciencia y La Ciencia en el Cine. En esta ocasión, en la Entrevista, *Saber Más* te presenta el quehacer científico del Dr. Jorge Contreras Garduño, Profesor de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), UNAM campus Morelia, especialista en etología, con estudios muy interesantes sobre el comportamiento humano y animal.

Recuerda que puedes leer y descargar este número y los ya publicados, en la página web de *Saber Más* ([www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx)) así como en sus aplicaciones para dispositivos móviles (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ionicframework.sabermas349435> o <https://itunes.apple.com/mx/app/saber-m%C3%A1s/id1171173847?l=en&mt=8>).

Lee y comparte ciencia.

**Dr. Rafael Salgado Garciglia, Director Editorial**



# ENTÉRATE

## Tras las huellas de la materia oscura

Anahí Caldú Primo y Bernardo Cervantes Sodi



«PrimerasEstrellas.jpg: Esta ilustración nos muestra una representación de cómo un artista se imagina a las primeras estrellas del universo, nacidas unos 180 millones de años después del Big Bang» Crédito de la imagen: N.R. Fuller/National Science Foundation

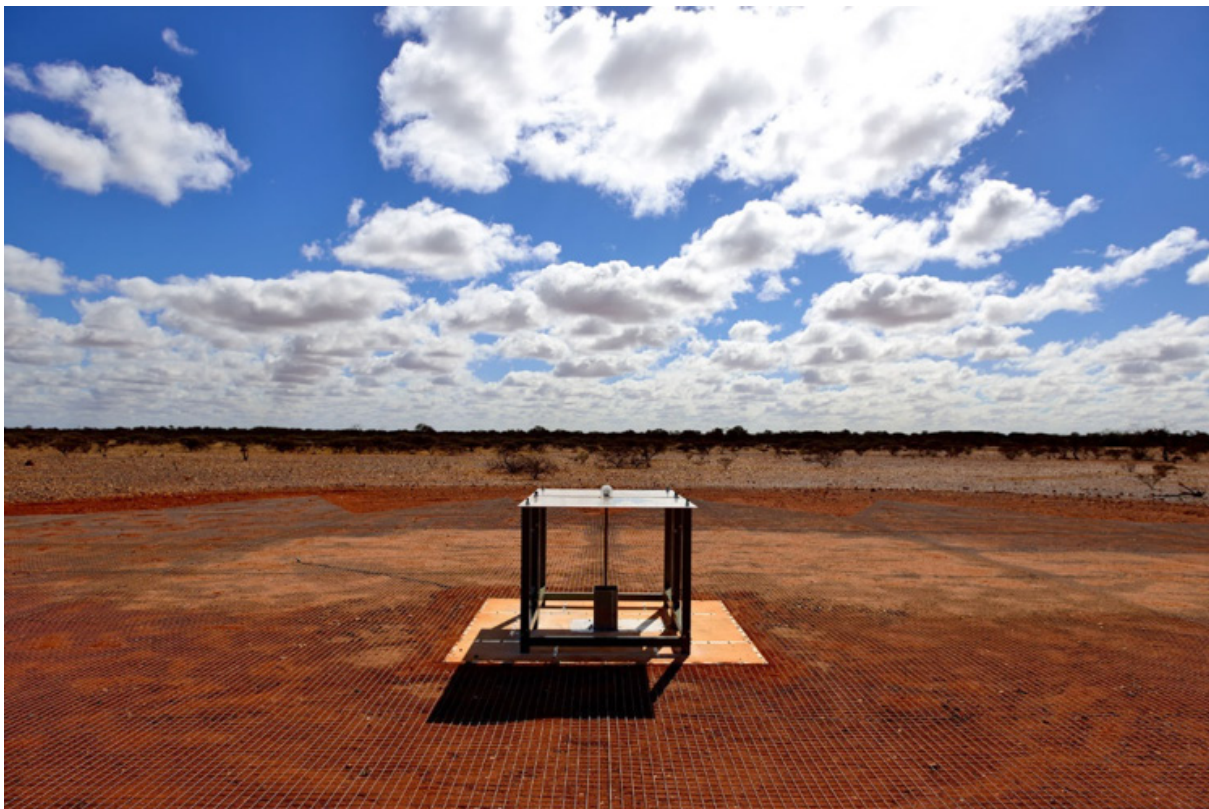
Observaciones muy recientes han permitido a los astrónomos detectar una señal proveniente de las primeras estrellas del universo. Los resultados fueron muy sorprendentes no sólo en sí mismos, sino que nos han permitido saber más sobre una componente muy importante del universo la cual no podemos ver: la materia oscura.

Hace 13,700 millones de años el universo comenzó a expandirse a partir de un punto infinitamente denso. Al inicio del universo se le conoce como Big Bang. En los primeros instantes después del Big Bang el universo estaba tan caliente, que los átomos no se podían formar; el universo era una sopa de protones, electrones y radiación. La luz no podía escapar de esta sopa, ya que los fotones eran desviados continuamente por los electrones libres.

Durante todo este tiempo, el universo siguió expandiéndose, por lo que también se fue enfriando. Sólo 378 mil años después del Big Bang finalmente la temperatura fue lo suficientemente baja para que los protones capturaran a los electrones libres y así se pudieran formar los primeros átomos de hidrógeno. Cuando esto sucedió, los fotones res-

**La Dra. Anahí Caldú Primo** es Encargada de Comunicación de la Ciencia ([a.caldu@irya.unam.mx](mailto:a.caldu@irya.unam.mx))

**Dr. Bernardo Cervantes Sodi** es Investigador ([b.cervantes@irya.unam.mx](mailto:b.cervantes@irya.unam.mx)), ambos del IRyA – UNAM, Campus Morelia.



«edgesTelescope.jpg: El radiotelescopio EDGES observa desde el Observatorio de Radioastronomía Murchison en Australia Occidental las señales que dejaron las primeras estrellas en las nubes de gas de hidrógeno que las rodean» Crédito de la imagen: Australia CSIRO.

tantes dejaron de interactuar con los electrones y el universo se volvió transparente, dejando viajar a los fotones libremente. Estos fotones son las partículas de luz más viejas que podemos observar del universo y los llamamos radiación cósmica de fondo.

Por un periodo de casi 200 millones de años no hubo en el universo más luz que esta radiación cósmica de fondo; se le conoce como la Era Oscura del universo. Durante este tiempo las nubes de gas fueron creciendo en diferentes regiones del universo por medio de la fuerza de atracción gravitacional, hasta que finalmente nacieron las primeras estrellas que iluminaron el universo.

Los astrónomos tenían una teoría de cómo podrían encontrar indicios de estas primeras estrellas. Cuando un átomo de hidrógeno está en el estado con menor energía su protón y su electrón se encuentran anti-alineados. Cuando este átomo absorbe un fotón con una energía muy específica, entonces el electrón se alinea con el protón, y se encuentra en un estado de mayor energía. Si el electrón pierde energía, entonces emite un fotón y vuelve a estar anti-alineado con el protón. Antes de que aparecieran las primeras estrellas, el número de átomos con electrones alineados y anti-alineados se balanceaba, por lo que los fotones que se emitían se compensaban con los que se absorbían, por lo que no había una señal neta de su presencia.

La historia cambia cuando se forman las primeras estrellas. La luz energética que liberan hace que los electrones en el átomo de hidrógeno se exciten, es decir, que salten a niveles de energía más altos. Cuando los electrones regresan a su estado de menor energía, resulta que habrá más átomos con electrones anti-alineados con los protones, comparado con el número de átomos con electrones alineados. Es por esto que más fotones de la radiación cósmica de fondo serán absorbidos que emitidos, y esto dejaría una huella.

La huella que buscaban los astrónomos es entonces una línea en absorción ocasionada por la interacción de estos fotones con el gas. Esta línea está a una longitud de onda de 21 cm, que corresponde a la energía que necesita el átomo para cambiar de alineación. Debido a la expansión del universo, esta longitud de onda se va moviendo hacia el rojo, es decir, hacia una región del espectro de menor energía, o mayor longitud de onda. Los astrónomos estimaban que haciendo observaciones muy precisas y calculando el movimiento de la línea espectral hacia el rojo debido a la expansión del universo, podrían encontrar esta huella.

Con este objetivo en mente, se colocaron en medio del desierto australiano un par detectores que, a pesar de tener forma de mesa, son muy sofisticados. Detectar este tipo de señal es algo muy

difícil, ya que se tiene que separar de otras señales producidas en la Tierra y en nuestra galaxia. Como los investigadores lo ponen, sería "como tratar de percibir el aleteo de un colibrí en medio de un huracán". Los científicos hicieron cálculos y concluyeron que debido a la expansión del universo y a las condiciones que creemos tenía el universo en sus inicios, encontrarían la señal que buscaban a una longitud de onda de unos cuantos metros ¡y la encontraron!

El primero de marzo de este año el equipo liderado por Judd Bowman de la Universidad Estatal de Arizona, EUA publicó los resultados de sus observaciones en la revista Nature (<https://www.nature.com/articles/nature25792>). Es la primera vez que se detecta una señal ocasionada por la luz de las primeras estrellas. La frecuencia a la que encontraron la línea indica que estas estrellas se formaron apenas 180 millones de años después del Big Bang. La señal que descubrieron resultó ser más intensa de lo esperado; al parecer el gas estaba más frío de lo que esperaban.

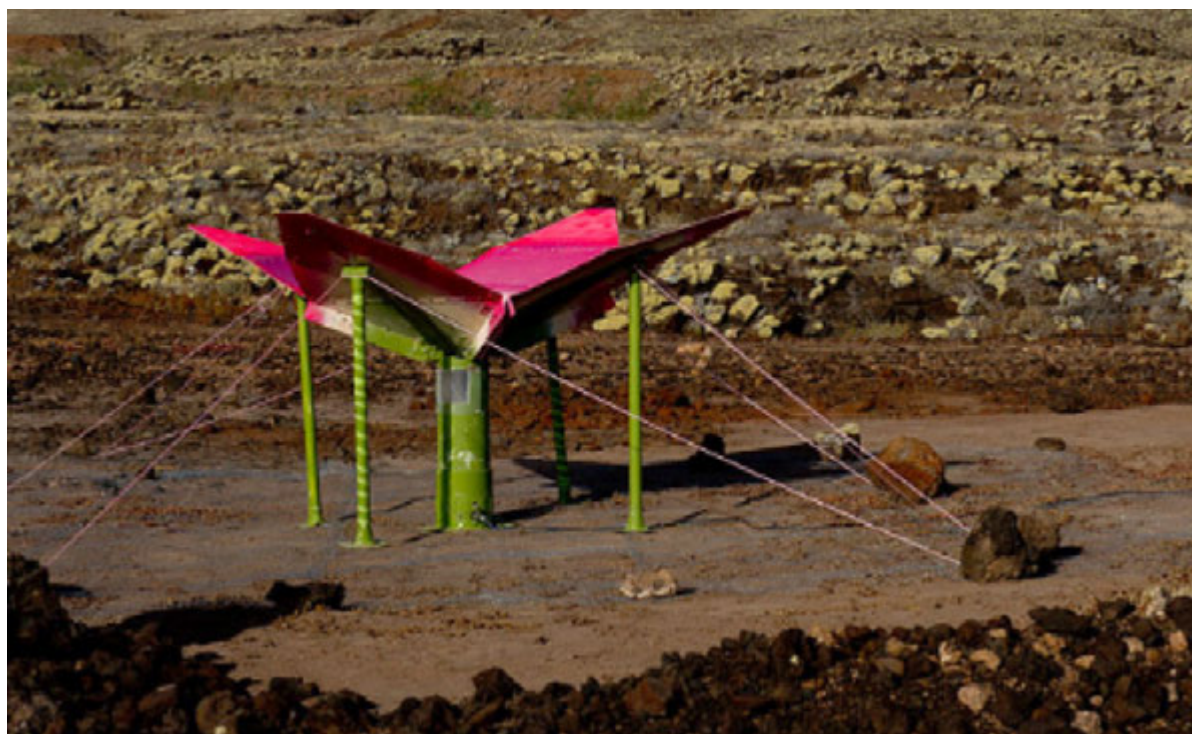
¿Qué hizo que el gas se enfriara tanto? Renan Barkana, de la Universidad de Tel Aviv en Israel, lo explica en otro artículo publicado en el mismo número de la revista Nature (<https://www.nature.com/articles/nature25791>). Él postula una teoría en la que el gas logra enfriarse si sus partículas interactúan con partículas de materia oscura fría. Los astrónomos creen que 85% de la materia en el universo es materia oscura, es decir que no la podemos ver. Sabemos que está ahí por el efecto gravitacional que ejerce sobre la materia que sí podemos ver: materia hecha de átomos. Todavía no sabemos de

qué está hecha la materia oscura, pero la investigación del Profesor Barkana sugiere que tiene que ser fría, para poder explicar el enfriamiento del gas.

Por otra parte, este descubrimiento nos da pistas sobre cómo la materia oscura interactúa con la materia normal (materia hecha de átomos). En el universo hay cuatro fuerzas fundamentales: gravitacional, electromagnética, débil y fuerte. La materia oscura no se observa, entonces sabemos que no interactúa por medio de la fuerza electromagnética. Hasta ahora pensábamos que sólo lo hacía por medio de la fuerza gravitacional. Si hubo un intercambio térmico entre la materia oscura y la materia bariónica, entonces tuvo que haber habido una interacción por medio de la fuerza fuerte o de la débil.

Los resultados de estas dos investigaciones abren la puerta a investigar no sólo el origen de las primeras estrellas, sino también la composición de la materia oscura que permea el espacio. Ahora tenemos una huella que seguir para descubrir de qué está formada el 80% de la masa que conforma a nuestro universo.

En México desde el 2010 hay una colaboración de científicos que también está tratando de detectar esta señal producida por las primeras estrellas por medio de la Sonda Cosmológica de las Islas para la detección de Hidrógeno Neutro (Sci-HI). Esta sonda, ubicada en la Isla Guadalupe, podrá usarse para corroborar que los descubrimientos publicados sean reales e investigar más a fondo el surgimiento de las primeras estrellas del universo.



*Hlbiscus-Antenna-on-site-on-Isla-Guadalupe-Mexico.png: Esta ilustración muestra la antena usada por Sci-HI en la Isla Guadalupe. Crédito de la imagen: Measuring the 21 cm Global Brightness Temperature Spectrum During the Dark Ages with the SCI-HI Experiment - Scientific Figure on ResearchGate. [https://www.researchgate.net/Hlbiscus-Antenna-on-site-on-Isla-Guadalupe-Mexico\\_fig1\\_265512042](https://www.researchgate.net/Hlbiscus-Antenna-on-site-on-Isla-Guadalupe-Mexico_fig1_265512042).*



# ENTÉRATE

## Michoacanos ganan en la Olimpiada Nacional de Biología



Fotografía: Rocío Pérez Montoya

**S**eis estudiantes de preparatorias que conformaron la Delegación en Michoacán para la Olimpiada Nacional de Biología, que dirige el Biol. Homero Galarza Horrostieta, ganaron 2 medallas de oro, 3 medallas de plata y una de bronce. En este año, la XXVIII Olimpiada Nacional de Biología se celebró del 24 al 29 de noviembre en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

A los estudiantes sobresalientes de preparatorias en nuestro estado, se les brinda preparación de alto nivel académico por el propio Biol. Galarza Horrostieta y profesores o investigadores de diferentes instituciones educativas y científicas de Michoacán.

Los estudiantes Gerardo Cendejas Mendoza (Instituto Gestalt, Morelia), quien obtuvo el más alto promedio nacional y Luis Gerardo Fernández Luna (Colegio La Paz/Uruapan), consiguieron las medallas de oro; Luis Eduardo Álvarez Aviña (Preparatoria Pascual Ortiz Rubio/UMSNH, Morelia), Anton Pashkov (Preparatoria Rector Hidalgo/UMSNH, Morelia) y Daniela González Pizaña (CE-CyTEM/Epitacio Huerta), ganaron las tres medallas de plata; Carlos Alberto Loeza Arroyo (Prefeco/Morelia), ganó la medalla de Bronce.

De esta manera, una vez más, estudiantes michoacanos ponen en alto a Michoacán, en esta justa académica.

## ENTÉRATE

### Concurso de Fotografía Científica 2018 UMSNH



Foto: Gerardo Guzmán Aguilar

**E**n el marco del 9º. Foro Académico de Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias, organizado por los Programas Institucionales de Maestría (PIMCB) y Doctorado en Ciencias Biológicas (PIDCB), así como la Maestría en Ecología Integrativa, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, realizado los días 12 y 13 de diciembre de este año, se premiaron las fotografías ganadoras del Concurso de Fotografía Científica 2018, que es convocado cada año.

Este año participaron 27 fotografías en la temática del foro académico, ganando el PRIMER LUGAR "OBSERVANDO" del estudiante del PIMCB, **GERARDO GUZMÁN AGUILAR** de la Facultad de Biología, quien la describe como -Al estar rodeados de naturaleza, nos percatamos de la mirada de un sigiloso tecolote colimense (*Glaucidium palmarum*). ¿Te has sentido observado en el bosque?... Preocúpate cuando tú seas la única especie ahí-.



Foto: Ricardo Giovanni Soria Herrera

EL SEGUNDO LUGAR se le otorgó a "EL RETRATO", de RICARDO GIOVANNI SORIA HERRERA, estudiante también del PIMCB, de la Facultad de Químico Farmacobiología, fotografía de una PULGA (*Ctenocephalides canis*), insecto sifonáptero de la familia Pulicidae, visualizado sin tinción, en 10x con microscopio óptico en contraste de fases.



Foto: Rolando Quetzalcoatl Torres García

EL TERCER LUGAR fue para "UN MUNDO EN MINIATURA", de ROLANDO QUETZALCOATL TORRES GARCÍA, estudiante del PIMCB de la Facultad de Biología. Es la fotografía de un gasterópodo alimentándose de un hongo del género *Xeromphalina*.

En la contraportada de este número se presenta también la fotografía ganadora y será la portada de las memorias del 10º. Foro Académico de Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias (2019).

# ENTREVISTA

## Jorge Contreras Garduño

Por Horacio Cano Camacho / Roberto Carlos Martínez Trujillo



Foto: Miguel Gerardo Ochoa Tovar

**O**btuvo la licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México (2001), realizando sus tesis "Preferencias de concha en el cangrejo ermitaño *Coenobita compressus*: el papel del volumen interno, peso y el grosor de la concha". Sus estudios de doctorado en ciencias los realizó en el Posgrado en Ciencias Biomédicas del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (2007), logrando el grado con la investigación "Respuesta inmune y selección sexual en la libélula territorial *Hetaerina americana*". Asimismo, realizó una estancia Posdoctoral en el Instituto Nacional de Salud Pública con el Proyecto "Inducción de inmunidad en vectores del dengue y malaria en América Latina: una nueva estrategia para prevenir y bloquear la transmisión".

Entre otras investigaciones científicas, ha estudiado sobre los mecanismos fisiológicos de la elección de pareja y la competencia por parejas (selección sexual) como: mecanismos cerebrales

en hembras o machos cuando eligen pareja, la respuesta inmunitaria y la resistencia a estrés oxidante durante el cortejo.

En inmunología evolutiva, ha estudiado las causas de la variación de la respuesta inmunitaria en invertebrados y sus consecuencias en la adecuación. Dentro de esta línea actualmente indaga la relevancia de la memoria inmunitaria innata desde el punto de vista de sus costos y beneficios, así como la evolución del dimorfismo sexual en la respuesta inmunitaria.

Como organismos modelo de estudios, los estudios los realiza con alacranes, gallina ciega, teñebrios, mariposas, grillos, nemátodos y humanos.

Desde 2015, es Profesor de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), UNAM campus Morelia. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel II. Ha dirigido múltiples tesis de licenciatura y posgrado, a la vez publicado una cantidad considerable de artículos en varias revistas especializadas.

**El doctor Jorge Contreras está dedicado al estudio de la selección de pareja y conducta reproductiva en animales ¿Doctor, cómo definiría su línea de investigación?**

Soy etólogo y estudio el comportamiento animal desde cuatro puntos de vista: Mecanismos fisiológicos, neurológicos que desencadenan la conducta ¿cómo se desarrolla? ¿cuál es su función actual? y ¿cómo evoluciona? Más, cuando me dediqué al tema de la evolución de la elección de pareja, trabajaba yo sobre un sistema inmune, atributo muy señalado en las hembras y de ahí me hice inmunólogo evolucionista.

**¿Qué elige una hembra de un macho?**

Es una pregunta muy compleja, igual a la de por qué elige atributos muy desarrollados como, en el pavo real, la cola larga o una danza o cantos u olores. Esto nos lleva a preguntarnos: Si es que elige ¿por qué lo elige? Detrás de esto hay señales como la fisiología, la genética de los animales, lo que llama la atención de la hembra, y otras señales más.

**Estas características físicas, finalmente reflejan otras cualidades. ¿Por ejemplo, un plumaje muy colorido qué puede significar?**

Puede reflejar que un macho es resistente a los parásitos, también resistente al estrés oxidante, o que es bueno para forrajear... En fin...

**...también tienden a tener más éxito reproductivo, son mejores proveedores, cuidan mejor el nido... Por cierto, hablando de los extintos dinosaurios, hubo especies que ostentaban elementos vinculados a la conducta reproductiva, algunos inclusive tenían plumaje, eran muy cercanos a las aves...**

Justo, leí un artículo en el que se ha intentado reconstruir la selección sexual de los dinosaurios y muestra que había especies que ostentaban atributos más elaborados

**¿Hay una explicación respecto a la monogamia en ciertas especies? ¿La conducta monógama en la naturaleza está probada? ¿En los humanos, la monogamia tiene que ver con aspectos biológicos o socioculturales? ¿Qué piensa de esto?**

Yo creo que evolutivamente somos polígamos, tal vez tendiendo a la monogamia, reforzados por reglas culturales o sociales. Pero varios artículos demuestran que en sociedades que parecen ser completamente monógamas, cuando se ve la paternidad de los niños, hay poligamia.

**¿Podremos explicarnos a nosotros mediante el estudio de otras especies?**

Precisamente, lo que hacemos los etólogos, o ecólogos conductuales, es tratar de entender en general a la naturaleza del comportamiento, la conducta y la elección de pareja. Se pensaba que sólo nosotros los humanos elegíamos pareja. Pero ahora vemos que lo hacen diversas especies, por lo que a través de su estudio podremos entender nuestra propia biología.

Esto es interesante, y podría serlo también inquietante. Uno se pregunta por qué en algunas sociedades los hombres son tan agresivos con las mujeres, a la vez por qué hay animales agresivos con las hembras de su propia especie y también de otras. El problema en esto es no caer... ¡como en justificaciones!

Eso nos cuesta a los etólogos cuando transmitimos estas ideas. Por ejemplo: en referencia a un artículo científico que publicamos en la revista



*En diversas especies de escarabajos han evolucionado cuernos y mandíbulas que usan los machos para competir por el acceso a las hembras. Cortesía: Gloria Ruiz.*



*Dr. Jorge Contreras Garduño en trabajo de campo*

“Science”, apareció luego una noticia en la que a los autores se nos calificó de “racistas” y “machistas”, cuando lo único que pusimos en la mesa fue que los hombres eligen la feminidad de las mujeres y que ocurre independientemente de su nacionalidad. Después, nosotros vimos que esa feminidad se relaciona con la salud de ellas.

En fin, estudiar nuestra conducta humana hasta el punto de vista biológico, es justo la propuesta que tenemos varios investigadores de 45 países. Queremos analizar cómo funciona nuestro comportamiento en diferentes países y culturas en busca de que emerja nuestra conducta biológica.

### **¿Por qué o el cómo de tu decisión de estudiar estas materias?**

Me ha gustado y llamado la atención el tema de la evolución: el por qué los bichos tienen rasgos muy extravagantes, el cómo es posible que una hembra evada la cópula con uno y no con otro, que los grillos elijan a los que cantan más... Pero me interesaba en especial qué pasa en el cerebro de estas hembras, dónde nace su conducta de elección. Esto lo hemos analizado en el laboratorio. Y trabajando en esto, un amigo finlandés que comenzó a liderar los estudios de evolución de la conducta en humanos, me invitó a participar en ese proyecto. ¡Yo no quería trabajar en humanos!

Sin embargo, yo creo que a todos nos interesa saber de dónde venimos, por qué somos así. Y particularmente, en mi caso, saber los por qué de

nuestro comportamiento. Esto me ha llevado a preguntarme cómo elegimos pareja. Así fue que pasé de los animales no humanos a nuestra especie.

### **¿Este último interés surgió desde cuando eras estudiante de biología?**

Sí, sí. A mí me interesaba, en general, estudiar la conducta. Después, los estudios de optimización de la conducta en cangrejos ermitaños. Yo veía, en una concha elegida por los cangrejos, los atributos de mayor beneficio para su crecimiento y los reproductivos. De ahí brinqué a la parte de selección sexual, que es un tema muy diverso, al igual que el de la selección natural.

### **¿Qué otras cosas te gustan, además de andar buscando en la intimidad de las especies?**

Yo soy anarquista. Me gusta mucho el punk y de vez en cuando voy a conciertos con un amigo que es locutor. Los fines de semana los paso con mi familia, me gusta mucho estar con mi hijo y mi esposa, salimos y nos despejamos. Otra cosa que me apasiona es la parasitología, el sistema inmune, materias que las veo como si fuesen una carrera armamentista ¡como una guerra!

### **¿Etología? No sé si te has preguntado, cuánta gente te puede decir en la calle qué es etología, ¿Tú, cómo lo ves?**

Que ya no está de moda. Cuando comenzó a gustarme, en los medios de comunicación encontrabas programas sobre animales de la BBC, de “National Geographic”... En fin, el estudio de la conducta animal, estaba en auge. Y justo fue eso lo que me llamó a ver los documentales. Luego conocí a un par de etólogos y al ver lo que hacían, y cómo les apasionaba, me dije “yo quiero ser como ellos”, como Hugh Drummond y Constantino Macías, quienes me ayudaban a estudiar algunas cosas sobre el comportamiento.

### **¿Pudieran ser encontrados genes de la conducta, una especie de genes maestros, cuyo desarreglo genere a su vez un desarreglo profundo de comportamientos, por ejemplo, reproductivos o de violencia?**

No hay genes maestros, pero sí hay grupos de genes que controlan nuestro comportamiento. Por ejemplo, en mi área hay genes que favorecen la monogamia o la poligamia y que actúan en el cerebro.

### **¿Qué tiene que hacer ahora un joven para estudiar la etología? En México no hay esa carrera.**

Lo primero, preferentemente es estudiar para ser biólogo o ecólogo, y ya terminando la carrera podrá hacer la tesis de licenciatura en esa área. Actualmente, somos muy pocos investigadores, comparados con otras áreas, los que trabajamos el tema de la conducta animal.

### **¿En México, hay un congreso de etología o actividad académica sobre el tema del comportamiento?**



En *Hetaerina americana* los machos pelean por territorios a los que llegan las hembras a copular. Los machos con manchas rojas más grandes son los más fuertes y ganan el acceso a los territorios y a las hembras. Cortesía: Gloria Ruiz.

Hemos estado debatiendo la posibilidad de un congreso. Lo que sí hacemos desde hace 23 años es un curso internacional. Yo fui a ese evento como estudiante de licenciatura y ahora participo como profesor o en el comité académico junto con otros colegas que cada año nos reunimos ahí. Asisten, entre otros, psiquiatras, psicólogos, médicos, químicos y biólogos, ya que analizamos la base biológica del comportamiento.

**Ojalá haya más investigadores, puesto que nuestro sustrato biológico no lo podemos hacer a un lado o ignorar.**

¡Exactamente! A mí ahora me interesa mucho saber, no nada más cómo se comportan los insectos, sino también tratar de entender nuestra conducta a partir de analizar la conducta de diferentes especies.



En el alacrán *Vaejovis punctatus* los machos insertan un tapón genital a las hembras después del apareamiento y esto impide que sean inseminadas por otro macho. Cortesía de A. Peretti.

**¿Quiénes participan contigo?**

**¿Recibes a estudiantes de licenciatura?**

Ahora formamos ya un grupo grande. Somos como 14 entre los de posdoctorado, doctorado, maestría y licenciatura. Y me interesa mucho formar estudiantes desde la licenciatura, les pongo atención y no dejo que mis doctores o posdoc se encarguen de ellos, me gusta hacerlo yo de manera directa.

**¿Antes de terminar, pudieras hacer una invitación a los jóvenes, decirles por qué estudiar la carrera de etólogo?**

Sí. No solo pueden estudiar la evolución de la elección de pareja. Si les interesa saber ¿Por qué los hermanos compiten? ¿Por qué los padres y sus hijos a veces pelean? ¿Por qué la pareja se pelea? ¿Cómo es que salimos a buscar la comida y otros recursos? ¿Por qué somos agresivos? ¿Somos agresivos o somos realmente entes cooperativos? Todo eso y más lo podremos estudiar mediante la carrera de etología.

**H**ace apenas unos años, cualquier persona podría comprar cigarrillos y fumar casi en cualquier lugar, en escuelas, en todos los eventos sociales, incluso hasta en los hospitales. La comercialización para tener “este hábito” estaba por todas partes. Pero, hoy sabemos las consecuencias de fumar, lo nocivo para nuestra salud. Una de las principales causas es que provoca cáncer y ciertas enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Es por eso, que ahora está restringido o prohibido fumar en casi todos los lugares públicos, la publicidad para adquirir este hábito ha disminuido y la venta es solo para adultos.

El fumar es una acción adictiva que muchas personas siguen haciendo, que aunque saben de los problemas de salud que ocasiona, muchos fumadores desconocen que hay una fuerte asociación con el Tabaquismo y la Tuberculosis.

En los últimos años salió el mercado el cigarrillo electrónico, un dispositivo que no te salva de los problemas de salud que ocasiona el fumar, por eso se recomienda que la mejor alternativa es no comenzar a fumar.

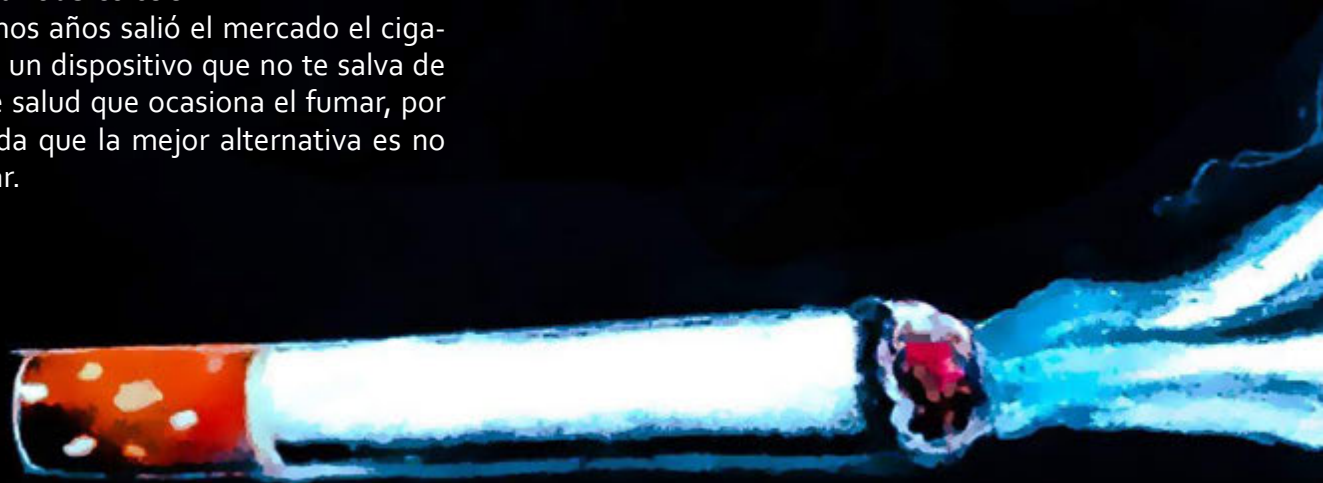






Foto: Maudie Merlos Pérez

## ARTÍCULO

# Tabaquismo y tuberculosis: Una relación tóxica

Andrea Monserrat Negrete-Paz



**D**urante mucho tiempo se sospechó que existía una asociación entre el consumo de tabaco y el desarrollo de la tuberculosis, pero... ¿qué se sabe ahora? La realización de estudios recientes y la revisión de algunos realizados en el pasado, parecen brindar pruebas que permiten establecer un vínculo entre ambos. El tabaquismo y la tuberculosis son dos padecimientos que afectan principalmente a los pulmones, son completamente distintos ya que uno es ocasionado por la nicotina -componente principal del cigarrillo- y el otro es de origen bacteriano. Sin embargo, ambos mantienen una asociación desconocida para los fumadores. En este artículo contestaremos la siguiente pregunta: *¿El consumo de tabaco facilita el desarrollo de la tuberculosis?*

### Fumar, ¿es tan malo como dicen?

Efectivamente, el consumo de tabaco es un importante problema de salud pública, es consi-

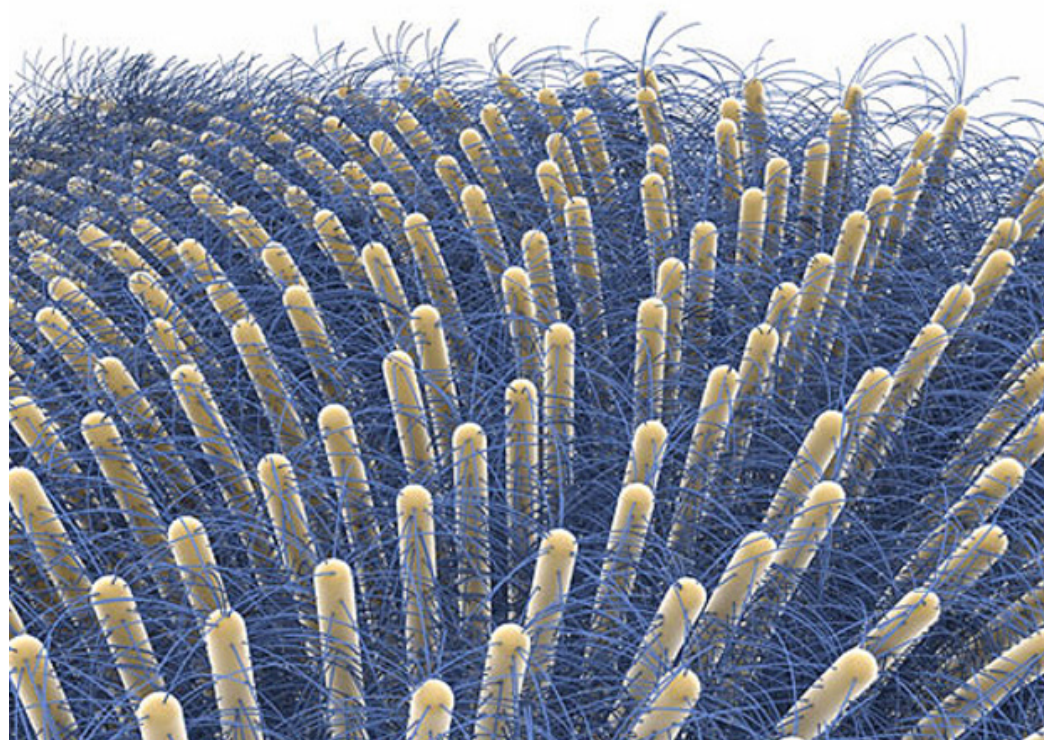
*Andrea Monserrat Negrete-Paz es estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez"; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (anegrete.pz@gmail.com).*

derado hoy día como la principal causa de muerte prevenible a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el tabaquismo causa la muerte de casi siete millones de personas al año, es decir ¡casi la población total de países como Serbia o Paraguay!

Además, hablamos de un problema bastante antiguo. En 1954 un médico, Alton Ochsner, publicó un libro bajo el título "Smoking and Cancer" (Fumar y cáncer) en el cual establecía una relación entre el cigarrillo y las enfermedades pulmonares. Esto le valió ser ridiculizado como anticientífico. Sin embargo, 10 años más tarde, en 1964, un reporte del folleto científico Surgeon General de los Estados Unidos, confirmó la estrecha relación entre el cáncer de boca y pulmonar con el consumo de tabaco. A partir de este hecho, la alarma cundió entre la comunidad científica y la preocupación fue creciendo en la medida en que se fueron adelantando más investigaciones que arrojaban datos alarmantes sobre las causas del consumo del tabaco. Actualmente se sabe que el consumo de tabaco es una causa potencial para la aparición de cáncer de pulmón, laringe, faringe, esófago, vejiga, riñón y páncreas. Además de producir diversas alteraciones como enfermedades cardiovasculares, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, enfermedad vascular periférica, entre otras.

#### Asociación de tabaquismo con tuberculosis

Se ha demostrado que el consumo frecuente de tabaco ocasiona entre otras alteraciones la pérdida de los **cilios bronquiales** (son como "escobitas" que limpian el moco bronquial) lo cual permite que



**Cilios bronquiales.** Son proyecciones similares a cabellos, que extraen microbios y residuos de las vías respiratorias.

las partículas tóxicas del cigarrillo alteren la mucosa bronquial y pulmonar, produciendo graves modificaciones.

En nuestros pulmones se encuentran un tipo muy especializado de células denominadas **macrófagos alveolares**, piensa en los macrófagos como grandes máquinas comedoras de células. Su nombre de hecho significa "gran comedor" en griego. Los macrófagos son los tipos de glóbulos blancos más grandes, aún muy pequeños para que los puedas ver con tus ojos, pero suficientemente grandes para que puedan llevar a cabo el importante trabajo de limpiar los virus no deseados, bacterias y partes de células muertas que llegan hasta los tejidos como los pulmones. Los macrófagos no comen células de la misma manera que tú comes tu comida. En su lugar, estas máquinas comedoras se tragan los virus y las bacterias. Esto se llama **fagocitosis**. Primero, el macrófago rodea la partícula no deseada y se la traga. Luego, el macrófago la rompe en trocitos mezclándola con enzimas que están guardadas en sacos especiales llamados lisosomas. Los residuos que quedan son luego expulsados fuera de la célula como desperdicios. Se ha demostrado que las alteraciones causadas por el consumo del tabaco ocasionan una disminución de la capacidad fagocitaria de los macrófagos alveolares, por lo que estas células no podrán "comerse" a las bacterias que puedan llegar a nuestros pulmones, por ejemplo:

***Mycobacterium tuberculosis*, la bacteria causante de la tuberculosis en humanos.**

#### Tuberculosis, ¿una enfermedad milenaria e indestructible?

La tuberculosis es uno de los padecimientos más antiguos de la humanidad. Los hallazgos más antiguos de la afectación humana por tuberculosis fueron descubiertos en momias pertenecientes a la pre-dinastía egipcia (3500-2650 a.C.) y en restos humanos ubicados en Suecia e Italia que datan del período Neolítico. Sin embargo, no fue hasta el año de 1882, cuando el Dr. Robert Koch anunció el descubrimiento de *Mycobacterium tuberculosis*, la bacteria que en esa época causaba la muerte a una de cada siete personas que vivían en los Estados Unidos y Europa. Hoy

en día sigue siendo una de las principales causas

de muerte por un agente infeccioso, inclusive por encima del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

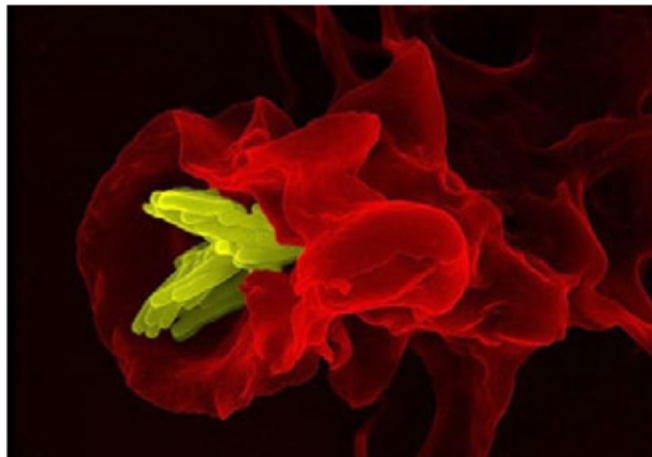
Hablamos de una bacteria que ha acompañado a la humanidad por miles de años y podría presumirse que se tiene un gran conocimiento acerca de la misma, sin embargo a fines del siglo pasado se observó el resurgimiento de la tuberculosis en la mayoría de los países en desarrollo y desarrollados, en parte por la pandemia de SIDA, también por el aumento de las poblaciones vulnerables y de las migraciones derivadas de guerras y hambrunas. Pero, en su mayor parte, por el descuido en que cayeron los programas de control en la mayoría de los países.

Se pensó que con el advenimiento de una quimioterapia eficaz el problema desaparecería casi espontáneamente. Desafortunadamente, estas expectativas no se cumplieron. Más aún, debido al mal uso de los medicamentos, ha surgido el fantasma de una nueva epidemia, la de la tuberculosis multirresistente, hablamos de aquella que no responde a los antibióticos usados tradicionalmente para su erradicación.

También conocida como tisis, consunción o plaga blanca, la tuberculosis es una enfermedad principalmente pulmonar que se transmite de una persona a otra. Cuando una persona enferma con tuberculosis, tose o estornuda, el aire se llena de gotitas que contienen la bacteria. La inhalación de estas gotitas infectadas es el modo más usual en que una persona puede contraer la enfermedad.

### Entonces ¿qué riesgo corro de contraer tuberculosis si soy fumador?

Es realmente aterrador, pero el consumo de tabaco multiplica a más del doble el riesgo de enfermar de tuberculosis, es un factor de riesgo inde-



Macrófago fagocitando *Mycobacterium tuberculosis*

pendiente del consumo de alcohol y de otros factores de riesgo socioeconómicos. Los estudios más conservadores demuestran que alrededor de 13 al 20% de los casos de tuberculosis a nivel mundial pueden ser atribuidos al consumo del tabaco. Este "mal hábito" puede llegar a favorecer la evolución de infección tuberculosa latente a enfermedad pulmonar.

### ¿De qué se trata esto?

Cuando la bacteria es inhalada y logra resistir los mecanismos de defensa primarios de nuestro cuerpo (el moco, por ejemplo) llega hasta la parte baja de los pulmones, allí diferentes tipos de células como los macrófagos -de los que hablamos antes- pueden llegar a contener a la bacteria, encerrándola en un cúmulo de células que le impiden reproducirse y que evitan que se llegue a presentar la enfermedad, a esto se le conoce como infección tuberculosa latente. Este estado de contención puede mantenerse a lo largo de nuestra vida y podríamos jamás desarrollar tuberculosis, pero también puede darse el caso en que diversos factores alteren nuestra salud, ya sea que nuestro sistema inmune se debilite, o que el consumo de sustancias como el tabaco propicien las condiciones idóneas para que la bacteria pueda escapar y entonces provocar la aparición de la enfermedad pulmonar activa.

Por si fuera poco, el ser fumador aumenta las probabilidades de recaída después del tratamiento contra la tuberculosis e incrementa la tasa de mortalidad.

Ahora ya lo sabes y la decisión es tuya, ser fumador activo o pasivo aumenta sustancialmente el riesgo de sufrir tuberculosis y de morir por esta causa.

**¡Cuidate y evita esta relación tóxica!**

# ARTÍCULO

## *La mejor alternativa es no comenzar a fumar*

Nallely Alvarado-Gómez y Daniel Godínez-Hernández



**E**l cigarro es uno de los productos legales y más populares dentro del consumo de las drogas de abuso, la manera más frecuente de administración es un triturado de la planta seca de tabaco, enrollado en una hoja de papel delgada y en uno de sus extremos puede estar un filtro, que tiene la función de eliminar aquellas partículas dañinas que son parte del humo. La nicotina es la responsable de que las personas consuman el cigarro, y produce los efectos que se experimentan al fumar.

La Encuesta Nacional del Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco, reportó que 14.9 millones de mexicanos, de edad entre 12 a 65 años, son fumadores actualmente, es decir, 3.8 millones de mujeres y 11.1 millones de hombres, que además fuman en promedio 7 cigarros al día y que gastan, como un estimado, la cantidad de 300 pesos mensuales en cigarros.

*La M.C. Nallely Alvarado-Gómez es estudiante de doctorado del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas y realiza sus investigaciones en el laboratorio de Farmacología (alvaradogomez-nallely@gmail.com); el D.C. Daniel Godínez-Hernández es Profesor Investigador titular, ambos del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*



*Emisión de humo por cigarrillo convencional*

### **Se sabe que fumar es una adicción, pero la duda es ¿por qué es tan malo?**

Un fumador enciende un cigarro y la alta temperatura junto con el oxígeno inicia una reacción llamada combustión. El consumidor inhala aire a través del cigarro encendido para absorber la nicotina y éste se reduce a ceniza. Al encender un cigarro se produce humo, este humo tiene un olor característico.

Además del contacto con la nicotina, en la combustión se produce una gran cantidad de sustancias químicas, éstas incluyen entre otras, al arsénico, al benceno, al monóxido de carbono, a metales pesados y al cianuro. Estos materiales se han asociado con enfermedades como son: el cáncer en diferentes órganos, las enfermedades cardiovasculares y el enfisema, principalmente.

### **Los cigarrillos electrónicos ¿una solución para los fumadores?**

Debido que al quemar tabaco se genera una cantidad importante de productos químicos nocivos para la salud, la industria tabacalera, en respuesta, lanzó nuevos cigarrillos de tabaco que no se queman. Éstos son componentes electrónicos diseñados para calentar el tabaco hasta liberar un vapor lleno de nicotina, sin producir el humo de un cigarro convencional y se les conoce como "cigarrillos electrónicos". Estos dispositivos se venden con la pro-

mesa de producir la sensación de fumar tabaco, sin humo, sin cenizas y con menos olor. Cabe mencionar que estos dispositivos fueron creados por una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de productos de tabaco.

El funcionamiento de estos dispositivos consiste en un sistema de calentamiento de hojas de tabaco con tres componentes principales:

1. Barra de tabaco, que está formada por hojas de tabaco trituradas.
2. Un soporte que contiene la unidad calentadora del tabaco, que mantiene una temperatura para permitir que las características del tabaco sean constantes y evitar la combustión. El soporte aporta calor durante 6 minutos o 14 inhalaciones, lo que ocurra primero.
3. El cargador, que tiene una batería para recargar al soporte y puede conectarse a tomas de corriente domésticas.

Los dispositivos electrónicos no liberan humo debido a que las hojas del tabaco no se queman, sólo se calientan, por lo que no se llega a producir una combustión completa y esto conlleva a que se reduzcan considerablemente los niveles de sustancias dañinas, en comparación con el humo del cigarro, aunque el vapor liberado en cada inhalación también contiene nicotina.



Emisión de vapor por cigarrillo electrónico

### Lo importante es no iniciar esta adicción

A pesar de que los cigarrillos electrónicos pueden ser una propuesta interesante, como en cualquier adicción, lo más importante es no iniciar el consumo de la sustancia, debido a que puede caer en el uso y abuso de la nicotina. Un fumador de 1, 2 ó 3 cajetillas de cigarrillos al día inició con un solo cigarrillo, lo anterior se relaciona con el potencial adictivo de las sustancias y en el caso de la nicotina, aunque es una droga legal, su capacidad para producir adicción es equiparable a la de la cocaína y a la de la heroína.

Por los argumentos vertidos, y pensando en la prevención de problemas de salud, consideramos y compartimos nuestra idea de que la mejor alternativa, **es no comenzar a fumar.**



Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz; Instituto Nacional de Salud Pública. 2017. Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017: Reporte de tabaco. Ciudad de México, México: Secretaría de Salud.

Mohamad-Sleiman, JM. (2014). Inhalable constituents of third hand tobacco smoke: Chemical characterization and health impact considerations. *Environ. Sci. Technol*, 48(22):13093-13101.

Philip Morris International. Designing a smoke-free future. <https://www.pmi.com/>.

## ARTÍCULO PORTADA

# *Dime qué comes y te diré quién te come*

Barush Alf Montejano Valdivia e Ileri Suazo-Ortuño







### La piel de los anfibios un órgano versátil

Los anfibios son un grupo de vertebrados integrado por los sapos o ranas, las salamandras y los cecilidos, todos ellos pertenecientes a la clase Amphibia. Este grupo de animales se caracteriza por poseer una piel lisa desnuda que no posee escamas, pelos o plumas, por lo que están expuestos al ambiente. Esto implica afrontar el riesgo constante de adquirir infecciones causadas por microorganismos, parásitos o ser atacados por depredadores, así como estar expuestos constantemente a variables ambientales como la temperatura, humedad, pH y contaminantes del ambiente.

La piel de los anfibios se considera un órgano versátil, ya que además de separar y proteger al organismo del medio exterior, es altamente permeable, lo que favorece el intercambio gaseoso entre los capilares sanguíneos que alcanzan la superficie de la piel y el medio exterior. La piel también ayuda en la regulación de la temperatura y posee dos tipos de glándulas: a) las mucosas, cuya función principal es humectar la piel para ayudarlos contra la deshidratación y b) las granulares o lechosas, que secretan una diversidad química muy amplia de compuestos cuya función principal es de defensa contra microorganismos y depredadores.

### Toxinas a la defensa de los anfibios

Las secreciones de las glándulas granulares de la piel de los anfibios pueden ser consideradas tóxicas y son su arsenal de defensa contra los microdepredadores, como los hongos, bacterias y microorganismos patógenos, así como de macrodepredadores como artrópodos, serpientes, aves o mamíferos. La estructura y composición de estas secreciones de la piel, pueden variar considerablemente de acuerdo a la especie de anfibio y pueden estar constituidas de un gran número de compuestos biológicos activos como son las aminas (compuesto químicos orgánicos), péptidos (moléculas formadas por cadenas de aminoácidos) o alcaloides complejos (metabolitos secundarios).

Se sabe que estas toxinas pueden tener dos diferentes orígenes, en el caso de las aminas y los péptidos estos son producidos por los propios anfibios, mientras que los alcaloides son

secuestrados de los insectos de los que se alimentan. Los péptidos generalmente tienen funciones antibacterianas contra hongos, bacterias, protozoarios, así como algunos virus, y se piensa que están presentes en la mayoría de los anfibios, actuando como agentes antibióticos, mientras que los alcaloides, por su parte, generalmente actúan como defensa, principalmente contra los macrodepredadores.

Las toxinas de la piel de los anuros pueden ser irritantes, alucinógenas, convulsivas, venenos nerviosos o vasoconstrictores y aunque muchos depredadores de anfibios se han adaptado para tolerar los altos niveles de toxicidad que pueden tener estos compuestos químicos, muchos otros depredadores son sensibles, incluyendo a los humanos cuando se trata de algunas especies como la rana "dardo venenoso" (*Phyllobates terribilis*), que produce uno de los venenos conocidos más potentes del planeta.

### La clave de la toxicidad de muchas ranas está en la dieta

Mientras algunos compuestos químicos son producidos por los propios anfibios, como es el caso de las aminas y los péptidos, otros como los alcaloides son obtenidos de los artrópodos de los que se alimentan.

En un principio se pensaba que los compuestos químicos de las secreciones de la piel de todos los anfibios, responsables de su toxicidad, eran producidos por los propios anfibios. Sin embargo, el investigador Daly y sus colaboradores (1998), demostraron que en muchas especies de anfibios, en realidad la toxicidad proviene de las hormigas, ácaros y otros insectos de los que se alimentan.

El estudio que permitió comprobar que los alcaloides responsables de la alta toxicidad de los anfibios, consistió en comparar las secreciones de las

ranas (*Oophaga pumilio*) en su hábitat natural, con las secreciones de ranas de la misma especie producidas en cautiverio y alimentadas con grillos. De manera sorprendente se encontró que las ranas alimentadas con grillos por un tiempo prolongado, los cuales carecen de alcaloides, tampoco contenían alcaloides en sus secre-



*Oophaga pumilio*



*Dendrobates auratus*

ciones, mientras que las secreciones de las ranas silvestres que se alimentaron de ácaros y hormigas presentaron 42 alcaloides de los 86 alcaloides registrados en estos artrópodos.

Otro ejemplo, ocurrió al alimentar una población de ranas en cautiverio de la especie *Dendrobates auratus* con moscas sin alas, donde las ranas perdieron su toxicidad característica; sin embargo, al ser alimentadas con artrópodos de la hojarasca de su hábitat natural, presentaron alcaloides similares a los encontrados en la piel de la población silvestre.

De esta manera, ahora se sabe qué si una especie determinada de anuro se alimenta de artrópodos que poseen cierto tipo de toxinas, es posible que dicho anuro capture o propiamente, secuestre las toxinas contenidas en el alimento, incluso es posible que el anuro modifique dichas toxinas para que posteriormente, al ser secretadas por la piel, sean igualmente irritantes o dañinas para los depredadores.

#### **La perturbación del hábitat puede modificar la toxicidad de las ranas**

Se ha demostrado que cuando se talan los bosques y selvas, la comunidad de artrópodos (por

ejemplo, insectos, arañas, crustáceos y milpiés) que habitan en ellas se pueden ver afectados, pudiendo cambiar su abundancia y el tipo de especies presentes. Toda vez que los anfibios, que son animales carnívoros que se alimentan en gran parte de este grupo de invertebrados, muchas especies de anfibios se ven obligados a cambiar su dieta. Por ejemplo, el sapo jaspeado (*Incilius marmoratus*) consume más coleópteros cuando se le encuentra en sitios con perturbación humana (deforestación y cambio de uso de suelo), en comparación con los ejemplares encontrados en sitios conservados; por su parte, la rana pico de pato (*Diaglena spatulata*) y la rana miñera (*Smilisca fodiens*), cambian su dieta conforme se va recuperando el Bosque Tropical Seco.

Al igual que sucede con las ranas en cautiverio al cambiarles su dieta, algunas especies de ranas silvestres se ven obligadas también a cambiar de dieta, debido a la perturbación del hábitat, afectando con ello la composición química de las secreciones de su piel y, por tanto, la toxicidad de estas sustancias. De esta manera dependiendo de la dieta en particular a la que tenga acceso cada población de ranas, su vulnerabilidad a la depredación o al ataque de patógenos puede incrementar.

Recientemente se ha encontrado que las ranas de una misma especie son más consumidas por los depredadores cuando son juveniles que cuando son adultas, esto debido a que los adultos han pasado más tiempo alimentándose de artrópodos que contienen toxinas (alcaloides) y, por lo tanto, presentan una mayor diversidad y concentración de estas toxinas en su piel que los individuos más jóvenes. Esto mismo se observa con las ranas dando criadas en cautiverio que son alimentadas con grillos, las cuales son presa fácil de hormigas; mientras que en su estado natural las hormigas evaden a esta rana debido a la toxicidad de su piel.

Como se puede observar, claramente la dieta juega un papel muy importante en la capacidad que tienen algunas especies de anfibios para evitar ser depredados, de ahí nuestra frase «**Dime que comes y te diré quién te come**».

La supervivencia de estas especies depende del tipo de artrópodos de los que se alimentan y si ocurre una perturbación del hábitat que modifique la comunidad de éstos, es probable que estas ranas cambien su dieta, su toxicidad cambie y en consecuencia sus depredadores también.

*D. en C. Ileri Suazo Ortuño, es Profesora Investigadora del Laboratorio de Herpetología, del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Entre sus diversas investigaciones, estudia los reptiles y anfibios de Michoacán.*  
**ileri.suazo@gmail.com**



*El M. en C. Barush Alí Montejano Valdivia es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en la Opción Recursos Bióticos, realiza su trabajo de tesis con "Identificación de compuestos químicos en las secreciones de la piel de anuros pertenecientes la Selva Seca de Chamela, Jalisco" en el laboratorio de herpetología del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*  
**alius17@me.com**



Daly, J. W. 1998. Thirty years of discovering arthropod alkaloids in amphibian skin. *Journal of natural products* 61(1): 162-172.

Jeckel, A. M., T. Grant y R. A. Saporito. 2015. Sequestered and synthesized chemical defenses in the poison frog *Melanophryniscus moreirae*. *Journal of chemical ecology* 41(5): 505-512.

Schulte, L. M., R. A. Saporito, I. Davison, I., y K. Summers. 2017. The palatability of Neotropical poison frogs in predator-prey systems: do alkaloids make the difference?. *Biotropica* 49(1): 23-26

## ARTÍCULO

*Bacterias a la defensa de los anfibios*

Bisbrián Alhelí Nava-González e Ileri Suazo-Ortuño



*Tlaconete pinto, un pletodóntido severamente amenazado, en el que se ha reportado el patógeno **Batrachochytrium dendrobatidis** conocido como Bd, en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (Fotografía: Nava-González B.A).*

Los anfibios son un grupo de animales vertebrados que existen en la tierra desde hace más de 350 millones de años. Los sapos o ranas, las salamandras y los cecilidos conforman el grupo de los anfibios y en su conjunto comprenden más de siete mil especies que viven en casi todo el planeta, con excepción de los casquetes polares y algunas islas oceánicas.

#### Los anfibios en riesgo de extinción

Si bien son organismos con una amplia distribución, la mayor riqueza de especies de anfibios se concentra hacia los trópicos, los que se encuentran fuertemente amenazados, como lo señala la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), que coloca al 42% de las especies descritas dentro de alguna de las tres categorías de más alto riesgo: peligro crítico, en peligro o vulnerable. De acuerdo a criterios alternativos para asignar niveles de riesgo a la extinción, como el Índice Planeta Vivo (Living Planet

*Bisbrián Alhelí Nava González es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas Opción Recursos Bióticos.  
bang097@gmail.com*

*D.C. Ileri Suazo-Ortuño es profesora e investigadora del Laboratorio de Herpetología, ambos del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*

Index) se estima que cerca del 80% de las poblaciones de anfibios a nivel mundial han disminuido su abundancia o se han extinguido.

Las causas del declive son diversas y complejas, asociadas a factores como la pérdida del ecosistema por degradación, contaminación y destrucción de hábitats, el aumento en la exposición a rayos UV, la extracción y reubicación de ejemplares para uso comercial o consumo humano, el cambio climático, la introducción de especies exóticas, así como también la aparición de nuevos patógenos.

### Un patógeno culpable del riesgo de extinción

Un patógeno en particular es *Batrachochytrium dendrobatidis* conocido como Bd, un hongo microscópico responsable de la pérdida más grave de la biodiversidad entre los anfibios del planeta. Este hongo pertenece al orden Chytridiales (Familia: Incertae sedis), que como parte de su patogenicidad es capaz de secretar enzimas que degradan celulosa, quitina y queratina, causando la enfermedad denominada quitridiomycosis. Mayormente ataca en las células de la piel de los anfibios y las estructuras bucales de los renacuajos, y en estados avanzados de la enfermedad genera síntomas como decoloración, ulceraciones, falta de apetito, posturas anormales y falta de reacción de escape como signos evidentes en los organismos enfermos. En la figura 1 puedes ver el ciclo de vida de este hongo, capaz de desarrollarse en diferentes anfibios y provocarles la muerte.

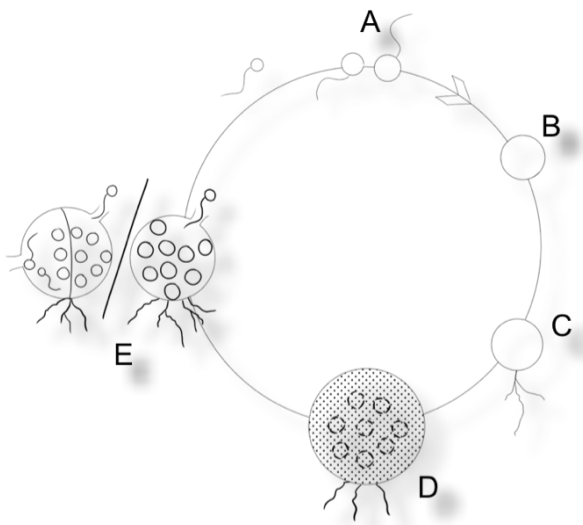


Figura 1. Ciclo de vida de *Batrachochytrium dendrobatidis* en cultivo, bajo estas condiciones sigue los estadios de vida A-E: A) Zoospora móvil flagelada; B) zoospora enquistada; C) quiste de zoospora con rizoides; D) esporangio inmaduro; E) zoosporangio maduro monocéntrico con un tubo de descarga (derecha) y dos tubos de descarga (izquierda) en un talo colonial con varios esporangios (Modificado de Berget et al., 2005).

En campo, la mayoría de los episodios más severos de mortalidad en masa se han observado en regiones relativamente frías a elevadas altitudes (por arriba de los 1000 metros sobre el nivel del mar). Además, se han identificado picos de infección que corresponden a los meses más fríos del año, así como una mayor supervivencia de los individuos infectados durante los periodos cálidos subsecuentes. La mayoría de los decesos se registran cuando la combinación de lluvias escasas y bajas temperaturas promueven la formación de unos pocos estanques someros donde los individuos se agrupan y resguardan. El hacinamiento promueve la transmisión del patógeno.

También se ha observado que existe una mayor persistencia y probabilidad de infección en anfibios que frecuentan cuerpos de agua permanentes con flujos moderados en comparación con aquellas especies que frecuentan cuerpos de agua con mayor movimiento o cuerpos de agua donde la temperatura es mayor.

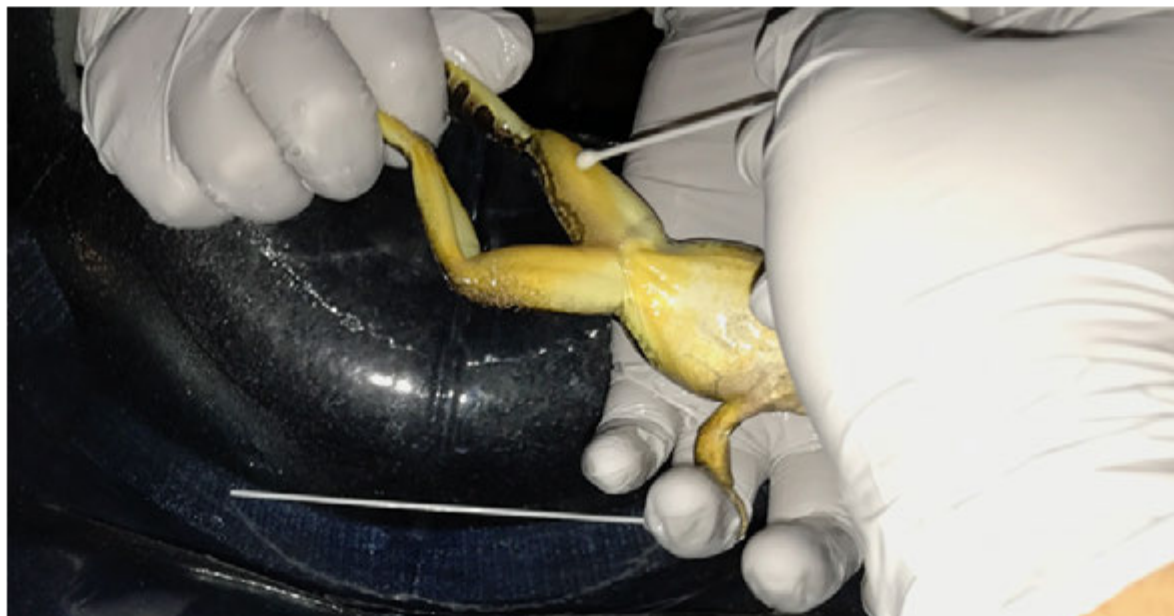
A pesar de las numerosas poblaciones de anfibios erradicadas por el hongo, existen sitios donde las especies persisten portando la enfermedad. El estudio de estas poblaciones ha permitido la identificación de una extraordinaria variación de respuestas ante la exposición del hongo, y con ello la exploración de posibles soluciones para controlar la enfermedad.

### Control de la enfermedad

En condiciones de laboratorio se han probado tratamientos antifúngicos, entre los que se cuentan los siguientes: exposición prolongada a temperaturas mayores a los 28°C, baños con formalín/malaquita y medicamentos fungicidas de uso veterinario, particularmente el uso de Itraconazol al 0.01% que ha probado ser uno de los más eficaces. No obstante, el uso de estos tratamientos se restringe al trabajo en laboratorio y aunque existen estrategias de control biológico que han probado ser eficientes en el campo, como es el caso de algunos crustáceos como las pulgas de agua dulce (*Daphnia magna*) que son capaces de consumir las zoosporas del hongo Bd, son pocos y muy recientes los estudios en este tema, y los riesgos potenciales a los ecosistemas siguen siendo altos. Más alarmante aún, los organismos expuestos al hongo en condiciones de laboratorio tienden a infectarse nuevamente en el campo, lo que indica que no existe memoria inmunológica o desarrollo de resistencia.

### Bacterias guerreras

Pero no todo está perdido para los anfibios en su lucha contra el Bd. Estudios recientes muestran que un tipo de glándulas llamadas granulares que poseen los anfibios secretan sustancias que en algunos casos presentan propiedades bioactivas específicas contra el hongo; y considerando que se se-



Toma de muestra de la comunidad bacteriana y del hongo Bd en la piel de la rana *Lithobates spectabilis* (Fotografía: Nava-González B.A).

cretan en la piel, éstas son considerados la primera línea de defensa del organismo contra la infección del hongo. Además de estas secreciones, en la piel de los anfibios habita una comunidad muy extensa de bacterias conocida como microbiota y representa la única línea de defensa que no es directamente producida por los anfibios.

Se sabe que diferentes especies, tanto animales como vegetales, viven asociadas con microorganismos en lo que se conoce como relación simbiótica. En muchas relaciones simbióticas, los participantes se necesitan mutuamente, ya sea para mantenerse con vida o para satisfacer determinadas necesidades. Específicamente, el papel benéfico de las bacterias para sus hospederos ha sido el foco de atención en estudios tanto de humanos como de animales silvestres, ya que pueden jugar un papel importante al proveerlos de protección contra patógenos.

Recientemente, se ha encontrado que varias especies de bacterias en la piel de los anfibios juegan un papel relevante en la defensa contra patógenos al producir sustancias de tipo antibiótico. De esta manera, las bacterias pueden actuar como guardianes de los anfibios, protegiéndolos contra la infección del Bd mediante la producción de metabolitos antifúngicos.

Sin embargo, cada especie de anfibio tiene diferente sensibilidad a ser infectada por el hongo. Esto ha sido previsto empíricamente, debido a que a nivel mundial no todas las especies contraen la enfermedad y las que lo hacen no se infectan con la misma intensidad. Por lo tanto, los investigadores se han cuestionado sí las características fisiológicas

y ecológicas de cada especie juegan un papel importante para inhibir al patógeno. Así fue como se iniciaron varias investigaciones que condujeron a relacionar la presencia simbiótica de la comunidad bacteriana con la incidencia del hongo Bd.

La evidencia indicó que la diversidad y estructura de la microbiota de la piel de los anfibios está influenciada por varios factores tales como la identidad de las especies, el estadio de desarrollo (larvas o adultos), la temperatura del aire y del agua, la estacionalidad, la ubicación geográfica y por la propia comunidad microbiana presente en el medioambiente.

Por lo tanto, se piensa que la comunidad de bacterias de la piel de los anfibios es diferente entre las estaciones del año y en consecuencia la protección contra el hongo Bd varía a lo largo del año. Un ejemplo de esto se encontró en la ranita *Eleutherodactylus coqui*, en la que al parecer los cambios estacionales en la comunidad bacteriana limitan la infección en la estación húmeda y caliente del año. Otro ejemplo, es el caso de la ranita australiana *Phyllorhina loveridgei*, en la que se observó que al disminuir la diversidad de bacterias en la piel incrementó la infección por el hongo.

### Probióticos una terapia alternativa

La mayoría de nosotros hemos escuchado hablar del beneficio de los probióticos para la salud humana. Desde este punto de vista, los probióticos son un grupo de bacterias que nos ayudan a preservar un entorno saludable, en particular a nivel de nuestro tracto digestivo. Por lo que el uso de probióticos es cada vez más frecuente en suplementos alimenticios.



*Plectrohyla bisctincta*, especie de anfibio amenazado por Bd en México (Fotografía: Nava-González B.A.)

En el caso de los anfibios, se ha observado en algunas especies que al eliminar las bacterias de la piel, los individuos presentan mayor mortalidad ante la exposición al Bd que los individuos en los que las bacterias no son manipuladas.

Es interesante que en experimentos usando probióticos en anfibios inoculados con bacterias que producen metabolitos anti Bd se reduce el número de individuos infectados, así como su mortalidad. Así por ejemplo, en experimentos de campo que involucraron la inoculación de probióticos de bacterias anti Bd como *Janthinobacterium lividum* en la rana *Rana muscosa* en la Sierra Nevada de E.U., mostraron que las ranas tratadas con baños de pro-

bióticos tuvieron picos de infección más bajos que las ranas control; mientras que las ranas control no se recuperaron de la infección, un año después, el 39% de los individuos tratados con probióticos se recuperaron, lo que sugiere que los tratamientos con probióticos permiten a los individuos sobrevivir al evitar que el Bd alcance un umbral letal.

Aunque aún es necesario llevar a cabo más investigaciones para entender el papel de las bacterias y el uso de probióticos adecuados para el control del Bd, los resultados de estudios previos indican que las bacterias tienen un enorme potencial para ayudar a las poblaciones vulnerables de anfibios en su lucha contra la infección del Bd.



Bletz, M.C., Loudon A.H., Becker M.H., Bell S.C., Woodhams D.C., Minbiole K.P. y Harris R.N. (2013). Mitigating amphibian chytridiomycosis with bioaugmentation: characteristics of effective probiotics and strategies for their selection and use. *Ecology letters* 16(6): 807-820.

López, M.F., Rebollar E.A., Harris R.N., Vredenburg V.T. y Hero J.M. (2017). Temporal variation of the skin bacterial community and *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in the terrestrial cryptic frog *Philoria loveridgei*. *Frontiers in microbiology*, 8:2535.

Stuart, S.N., Chanson J.S., Cox N.A., Young B.E., Rodrigues A.S., Fischman D.L. y Waller R.W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306(5702):1783-1786.

<http://www.d.umn.edu/~pschoff/documents/StuartetalScience.pdf>

Mendoza-Almeralla, C., Burrowes P. y Parra-Olea G. (2015). La quitridiomycosis en los anfibios de México: una revisión Chytridiomycosis in amphibians from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1):238-248.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345315300269>



# ARTÍCULO

## Fitohormonas en la defensa de las plantas: Una lucha estratégica

Vicente Montejano Ramírez



Foto: Miguel Gerardo Ochoa Tovar

Imagina que te encuentras inmóvil en un ambiente hostil, con microorganismos potencialmente patógenos para los humanos, ¿Cuál sería tu primera reacción?

Considera que tu única herramienta de defensa, eres tú mismo. Inicialmente, las barreras naturales presentes en tu organismo, como la piel y las mucosas, intentarán retener el ingreso de dichos patógenos a tu cuerpo, sin embargo, si este mecanismo de defensa es superado; se elevará la temperatura corporal para matar al huésped y se inflamarán las áreas de infección, para impedir su dispersión.

Estas respuestas iniciales, no siempre son exitosas, por lo cual, se desarrollan anticuerpos específicos contra el atacante. Las plantas también presentan mecanismos de defensa que se activan en respuesta a fitopatógenos. Pero...

### ¿Cómo se defienden las plantas?

De manera similar a la piel de los humanos, las plantas tienen estructuras que actúan como barreras contra atacantes, tales como tricomas y espinas. Ante la presencia de organismos biótrofos, que establecen relaciones a largo plazo con las células de las plantas debido a que obtienen sus nutrientes de éstas; la

*Vicente Montejano Ramírez es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas Opción Biología Experimental, en el laboratorio de Ecología microbiana del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
piscershapsody@gmail.com*



planta activa diversos mecanismos con la finalidad de evitar la dispersión del patógeno. Por otra parte, frente a organismos necrótrofos, éstos que destruyen las células vegetales a fin de alimentarse de su contenido, las plantas activan la producción de diversos grupos de compuestos, para detenerlos o incluso matarlos.

No todos los enemigos de las plantas son microscópicos, por lo tanto, ante la presencia de insectos, la planta produce metabolitos denominados secundarios que son tóxicos y afectan la digestión, crecimiento y supervivencia de estos herbívoros; adicionalmente, la planta emite compuestos orgánicos volátiles (compuestos que se evaporan a temperatura ambiente) para atraer depredadores naturales contra el insecto atacante (*Saber Más* 36:22-26).

**La defensa en las plantas es un mecanismo bien estructurado**

Para que la planta puede emitir las respuestas de defensa previamente mencionadas, existe una estrategia molecular bien estructurada que interactúa con sus atacantes. Todos estos organismos patógenos de las plantas (fitopatógenos), producen moléculas que alertan a la planta de su presencia. En

la célula vegetal hay otras moléculas como las proteínas de detección que reconocen la señal de ataque y las plantas activan su primer plan de defensa: se producen especies reactivas de oxígeno (ERO), se activan proteínas y se libera la fitohormona **etileno**, para combatir al patógeno.

Sin embargo, existen fitopatógenos con capacidad de burlar este primer mecanismo de defensa a través de la producción de moléculas más específicas del atacante que inhiben este primer plan de ataque.

Pero las plantas continúan defendiéndose y echan andar un segundo mecanismo de defensa en el que ocurre una muerte celular programada, con la que se induce la muerte de las células alrededor del ataque, para detener la proliferación del patógeno. Este mecanismo también es regulado por fitohormonas, que son moléculas pequeñas requeridas por las plantas en bajas concentraciones para regular crecimiento, desarrollo, reproducción y respuesta de defensa.

**Fitohormonas que regulan los mecanismos de defensa en las plantas**

Ante la presencia de insectos masticadores, en los tejidos dañados de las plantas se aumenta la síntesis de ácido **abscísico** y ácido jasmónico, que inducen

la producción de una proteína fosfatasa ácida, una enzima que libera grupos fosfato adheridos a otras moléculas, en un pH ácido, que daña los intestinos de los insectos atacantes.

### Esquema de defensa y fitohormonas

La presencia de microorganismos benéficos, éstos que favorecen el crecimiento vegetal de la planta y ayudan en la defensa contra los fitopatógenos, incrementa también la síntesis de ácido jasmónico y del etileno, que inducen la producción de pequeñas proteínas (péptidos) como las defensinas, las que atraviesan la membrana celular de los fitopatógenos, formando poros en ésta lo que ocasiona la pérdida de iones y nutrientes, llevándolos a la muerte. Estos péptidos se denominan "péptidos antimicrobianos".

Por otra parte, cuando la planta detecta fitopatógenos que se alimentan de tejidos conductores como el floema, dispara la síntesis de ácido salicílico, fitohormona que induce la producción de diversas familias de enzimas como las quitinasas que atacan

la pared celular de los hongos, las muramidases que atacan la pared celular de bacterias, las proteasas que rompen enlaces peptídicos y degradan las proteínas de sus atacantes, entre otras.

Durante el proceso de defensa, el etileno además realiza una función de control durante el ataque de estos fitopatógenos, ya que esta fitohormona promueve el aumento de la síntesis de ácido salicílico, favoreciendo la respuesta contra ellos. En otros patógenos como los microorganismos necrótrofos, el etileno inhibe la síntesis del ácido salicílico, pero favorece la defensa mediada por defensinas.

Como ves, las plantas presentan diversas estrategias para defenderse de quienes las atacan, aquí te mostré la función de las fitohormonas como parte de su arsenal de defensa. Cuando camines por el parque, cuando riegues tus hortalizas o cuando admires las flores de un jardín, seguramente se está efectuando una batalla majestuosa entre plantas y fitopatógenos, cuyo único objetivo es persistir.



Foto: Miguel Gerardo Ochoa Tovar

SaberMás

Vivanco, J.M., Cosío E., Loyola-Vargas V.M. y Flores H.E. (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas: Los vegetales poseen mecanismos de defensa que reflejen una gran diversidad bioquímica, resultado de interacciones complejas. *Investigación y Ciencia*, 341:68-75.

<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Vivanco-et-al-2005.pdf>

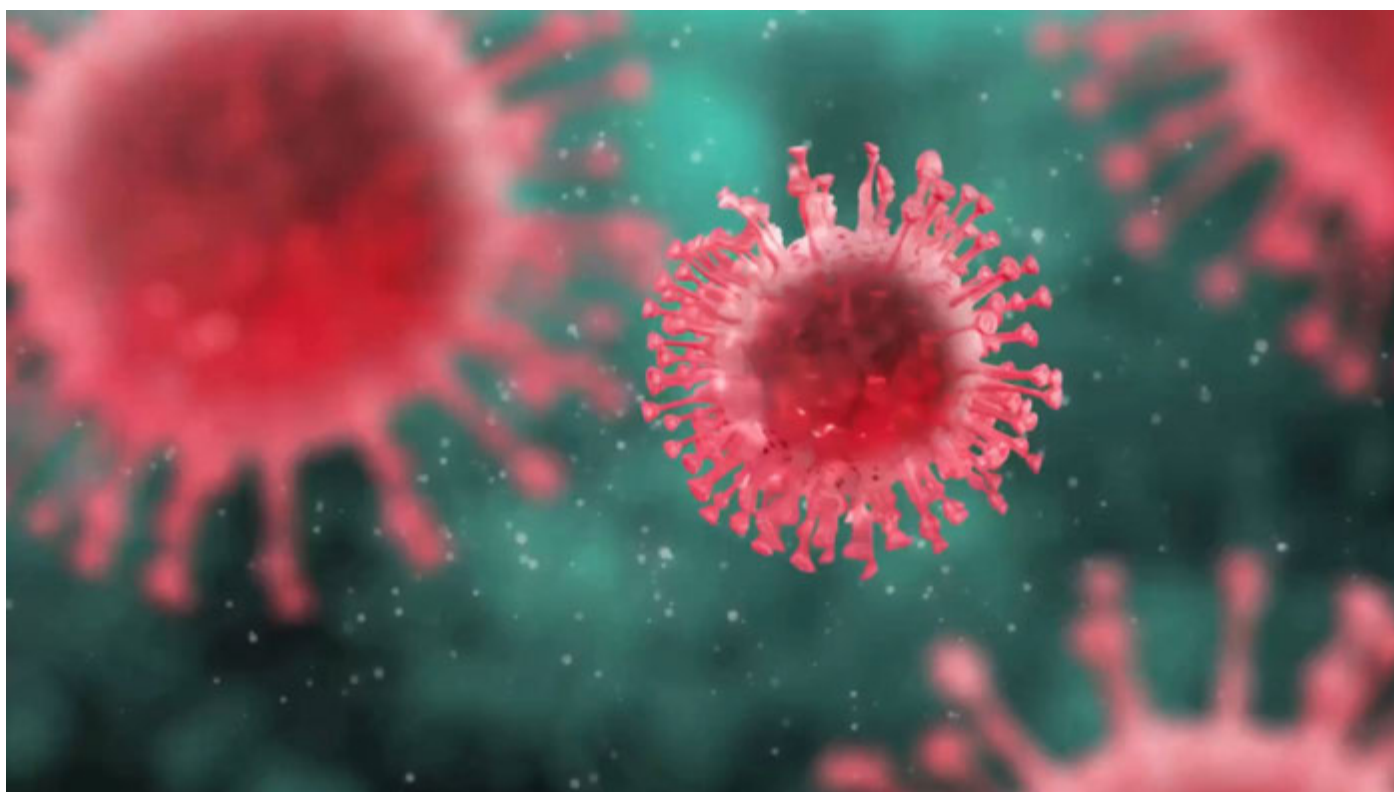
Camarena, G.G. (2009). Señales en la interacción planta insecto. *Revista de Chapingo*, 15:81-85.  
<http://www.redalyc.org/pdf/629/62916073009.pdf>

Madriz, O.K. (2002). Mecanismos de defensa en la interacción planta-patógeno. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 63:22-32.  
<http://www.sidalc.net/repdoc/a2097e/a2097e.pdf>

## ARTÍCULO

# *El super villano del cuerpo humano*

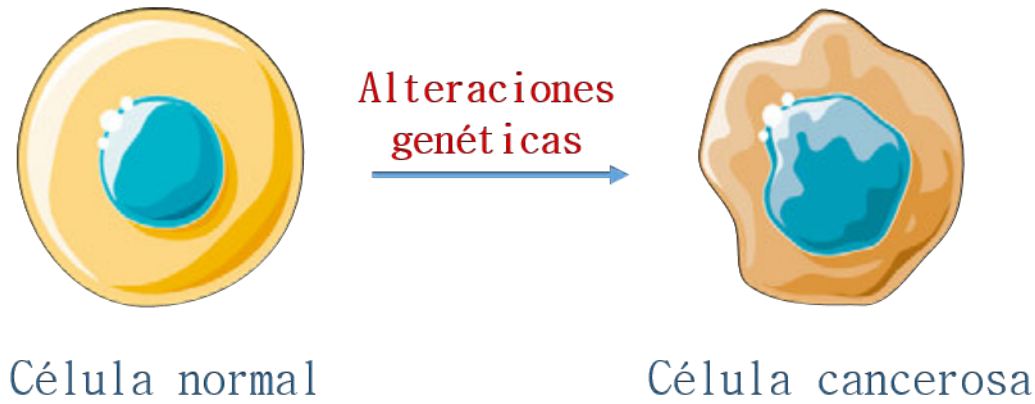
Mónica Lara Márquez



Los súper héroes son seres magníficos con cualidades superiores que, con su valentía, confianza en sí mismos, fuerza y trabajo en equipo, logran destruir cualquier mal que amenace la seguridad de los demás. Los neutrófilos, los macrófagos y los linfocitos son solamente algunos de nuestros súper héroes que día a día protegen a nuestro cuerpo (*ver Saber Más No. 37:28-30*). Sin embargo, existe una lucha constante con una de las enfermedades más temidas: el cáncer. Ahora nuestro protagonista será el villano, en la célula cancerosa que no sólo actúa de forma ruin contra el cuerpo, sino que también posee cualidades superiores a las de una célula normal, y al igual que un héroe tiene súper poderes que hacen de ésta, una pelea difícil de ganar.

En el año 2000, Douglas Hanahan publicó "*The hallmarks of cancer*" (Las marcas distintivas del cáncer), donde habla de rasgos moleculares y bioquímicos que adquieren las células de todos los tipos de cáncer. Pero la célula cancerosa no necesita de la mordida de una araña radioactiva, sino que es un proceso largo donde se obtienen de manera progresiva alteraciones genéticas, que le dan las

La M.C. **Mónica Lara Márquez** estudió en el Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Actualmente es estudiante de doctorado del programa de Biología Celular de la Universidad McGill, en Montreal, Canadá.  
[moni665@hotmail.com](mailto:moni665@hotmail.com)



herramientas para alcanzar estas marcas distintivas y así lograr ser el peor **súper villano de esta historia**.

### Su meta: alcanzar la inmortalidad

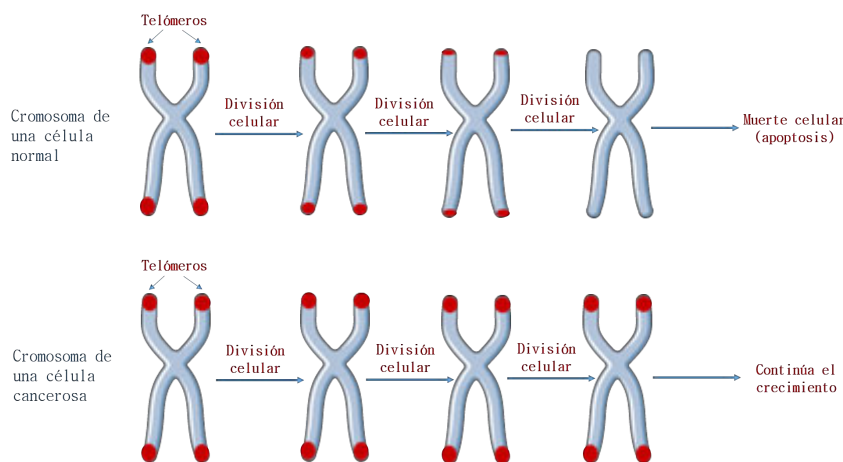
La célula cancerosa es rebelde y la primera regla que rompe es la de la mortalidad, ya que es inmune al envejecimiento y evade la muerte celular normal. ¿Cómo lo logra? En primer lugar, cuando una célula normal envejece también lo hace su ADN, esto ocurre cuando las regiones en los extremos de los cromosomas que protegen al ADN (llamados telómeros) son acortados cada vez que la célula se divide. La célula está programada para morir cuando los telómeros sean demasiado cortos que ya no puedan asegurar la integridad del ADN. Sin embargo, los telómeros de una célula cancerosa no suelen verse acortados y ésta tiene la capacidad de dividirse sin envejecer.

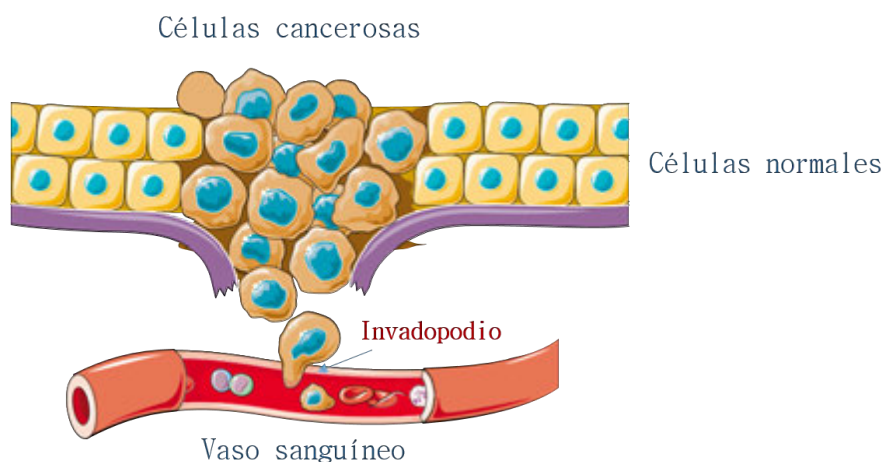
Por otro lado, la muerte celular denominada **apoptosis**, es un proceso normal que ocurre a lo largo del desarrollo y la vida del organismo, permite mantener un número normal de células y eliminar células "defectuosas" o "envejecidas". Una célula cancerosa tiene diferentes estrategias para ignorar la muerte; por un lado, pueden perder su función las moléculas encargadas del reconocimiento de algún daño dentro de la célula o de alguna señal externa, que indique que la apoptosis debe iniciarse, otra alternativa es que aquellas moléculas cuya función es la de evitar la muerte celular se encuentran en cantidades altísimas. Esto es relevante porque aquellas células cancerosas que logren evadir la muerte, suelen ser especialmente malignas y frecuentemente resistentes a las terapias.

### Invadiendo el cuerpo

¡Una sola célula es suficiente para establecer un tumor canceroso! El surgimiento de una célula maligna puede llevar a generar todo un ejército, lo logra dividiéndose sin control e ignorando los procesos de regulación del crecimiento. Ser altamente receptivas a los factores de crecimiento y su producción excesiva es uno de los pasos esenciales para convertirse "maestras de su propio destino", así como manipular a células normales cercanas para que las produzcan por ellas. Es importante también la participación de moléculas hiperactivas que garantizan que las vías de señalización se mantengan activas dentro de la célula, así como la inactivación de aquellas que regulan negativamente la proliferación celular.

Lo que distingue a un tumor benigno de uno maligno es la capacidad de invadir otros tejidos lejanos a su sitio de origen, proceso conocido como **metástasis**. Para lograrlo, la célula cancerosa debe producir una menor cantidad de moléculas que le permitan adherirse a otras células, además de la adquisición de propiedades invasivas como el invadopodio. El invadopodio es una extensión de la célula cancerosa, un "pie" que le permite penetrar en los tejidos y así viajar por el torrente sanguíneo y establecerse en otras partes del cuerpo. Cada célula que logre llegar a un sitio lejano al de origen, tiene la función de una semilla que podría generar nuevos tumores. Sin embargo, sólo aquellas células cancerosas con las mejores características serán exitosas, se calcula que 1 de cada 10,000 logran establecer un tumor metastásico.





### Robando la energía

Es cierto que estas células son extraordinarias a su manera y que te puedan parecer hasta ahora invencibles, sin embargo, tienen necesidades y sin ellas no pueden lograr su objetivo. En primer lugar, son demandantes de energía, no olvidemos que necesitan evitar el envejecimiento, crecer, evitar la muerte y establecerse en otros tejidos. La célula cancerosa quiere la energía y la quiere rápido. Para lograrlo tienen un compañero de crimen: El efecto de Warburg.

Otto Warburg en 1920 describió la transformación metabólica que sufren las células cancerosas, donde consumen altas cantidades de glucosa y mediante un proceso denominado fermentación láctica obtienen energía. Al mismo tiempo, la célula cancerosa deja de lado otro proceso más largo y complejo de obtención de energía: la respiración aeróbica. Haciendo esto, logran obtener altas cantidades de energía más rápido de lo que lo una célula normal lo haría.

¿De dónde obtienen tanta glucosa? Debido al **angiogénesis**, proceso en el cual se generan nuevos vasos sanguíneos, los tumores se rodean de ellos para así poder obtener los nutrientes y los factores que necesitan para poder continuar con el crecimiento. Y por supuesto, no podemos olvidar que nuevos vasos sanguíneos también pueden representar una ventaja para esparcirse por el cuerpo.

### Evadiendo a la justicia

El sistema inmune constantemente está monitoreando y protegiendo al cuerpo. Existen diferentes formas mediante las cuales evita el desarrollo de un tumor:

- Eliminando virus. Por ejemplo, el virus del papiloma humano que puede generar cáncer cérvico uterino.

- Evitando procesos inflamatorios largos. Por ejemplo, la colitis crónica puede favorecer el desarrollo de cáncer de colon.

- Identificando a las células cancerosas y eliminándolas.

Este último punto es importante, si el sistema inmune puede identificarlas y eliminarlas, entonces ¿por qué nos da cáncer? El sistema inmune elimina a las células cancerosas que son inmunogénicas, es decir, que pueden desencadenar una respuesta inmune.

### Algunas células cancerosas son invisibles

Sin embargo, en un tumor podemos encontrar células cancerosas no inmunogénicas que son "invisibles" para el sistema inmune. En este momento el sistema inmune tiene el control, el tumor está latente y bajo constante vigilancia. Sin embargo, este punto es crítico. Por un lado, la situación puede ser controlada y eliminada por el sistema inmune, pero por otro, se puede perder este equilibrio y pasamos a la fase de "escape". La fase de escape es el fracaso del sistema inmune, donde hay un evidente crecimiento de tumores. Esto representa algo muy importante, vamos a tener el crecimiento descontrolado de células cancerosas QUE SON INVISIBLES PARA EL SISTEMA INMUNE, es decir, nuestro súper héroe ya no puede trabajar de manera efectiva contra las células cancerosas y el organismo va a desarrollar cáncer.

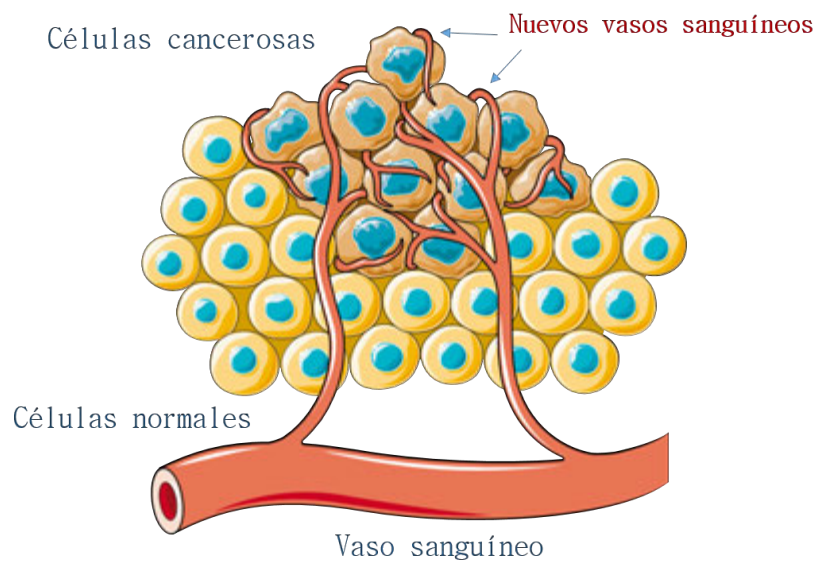
### ¡OJO! No todas son iguales

Tenemos que recordar que el cáncer es el conjunto de muchas enfermedades, existen más de cien tipos diferentes de cáncer (cáncer de mama, próstata, pulmón y la lista es larga), y aunque todos comparten las características que mencionamos anteriormente, cada uno tiene orígenes distintos, rasgos únicos que afectan de manera diferente al cuerpo humano y que obviamente permiten que sean sensibles a diferentes terapias contra el cáncer. Por ejemplo, las células de cáncer de colon suelen ser de origen epitelial (ese tejido que recubre a los intestinos) y logran dividirse de manera descontrolada cuando pierden la función de un gen llamado APC, que se encarga de apagar sistemas de división celular cuando no es necesario el crecimiento.

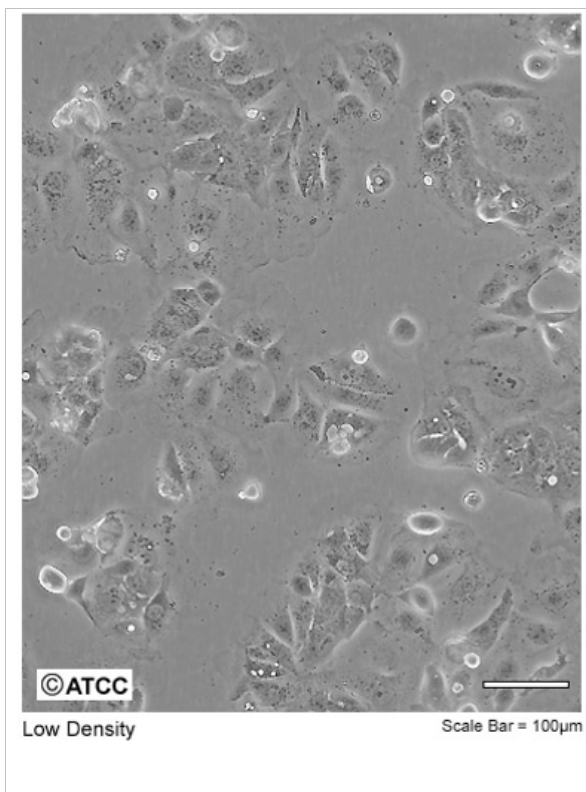
Por otro lado, tenemos al glioma, o cáncer de cerebro, este tipo de cáncer suele originarse en células del sistema nervioso, la estrategia de estas células es producir grandes cantidades de un receptor denominado EGFR, lo cual va a permitir que sean muy sensibles a los factores de crecimiento y así se mantienen en constante división. Teniendo esto en mente, no podríamos usar el mismo medicamento para tratar a los dos tipos de células cancerosas, porque simplemente no van a reaccionar igual. Aquí surge la necesidad de buscar terapias diseñadas para cada tipo de cáncer, esto nos lleva a la

importancia de conocer cómo funcionan y de dónde vienen para saber a dónde debemos dirigirnos.

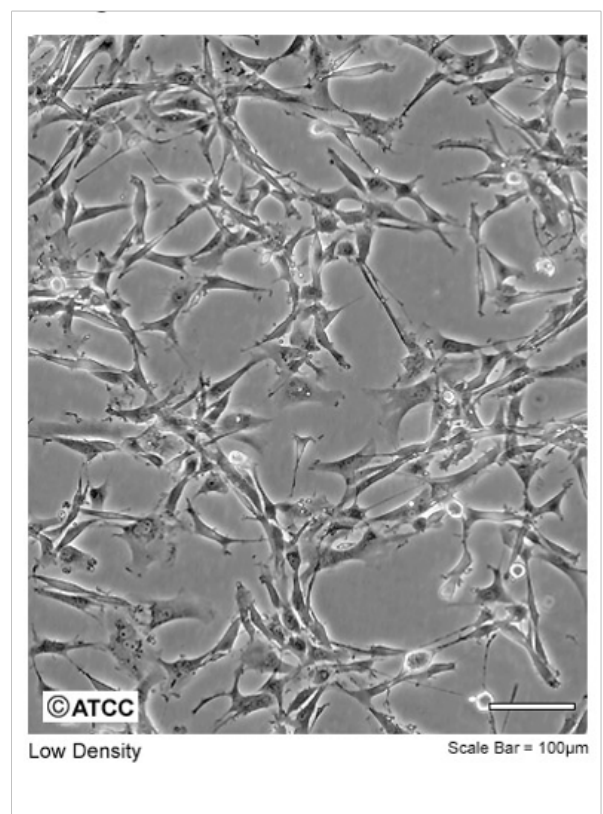
La intención de este texto no es asustarte (probablemente ya es muy tarde y ya estás asustado), sino de que tengamos en mente la importancia de estudiar cómo funciona una célula cancerosa para así poder diseñar herramientas hechas a la medida para cada tipo de cáncer. También que no creamos en información falsa que dice que el gobierno ya tiene la cura del cáncer, pero no lo dicen por una conspiración para eliminar la sobrepoblación mundial, porque sabemos que es mucho más complejo que eso. Y bueno ¿por qué no?, para que tú aproveches lo que aprendiste aquí y asustes a alguien más...pero con ciencia.



### Células de cancer de colon



### Células de glioma



<httpswww.atcc.org>



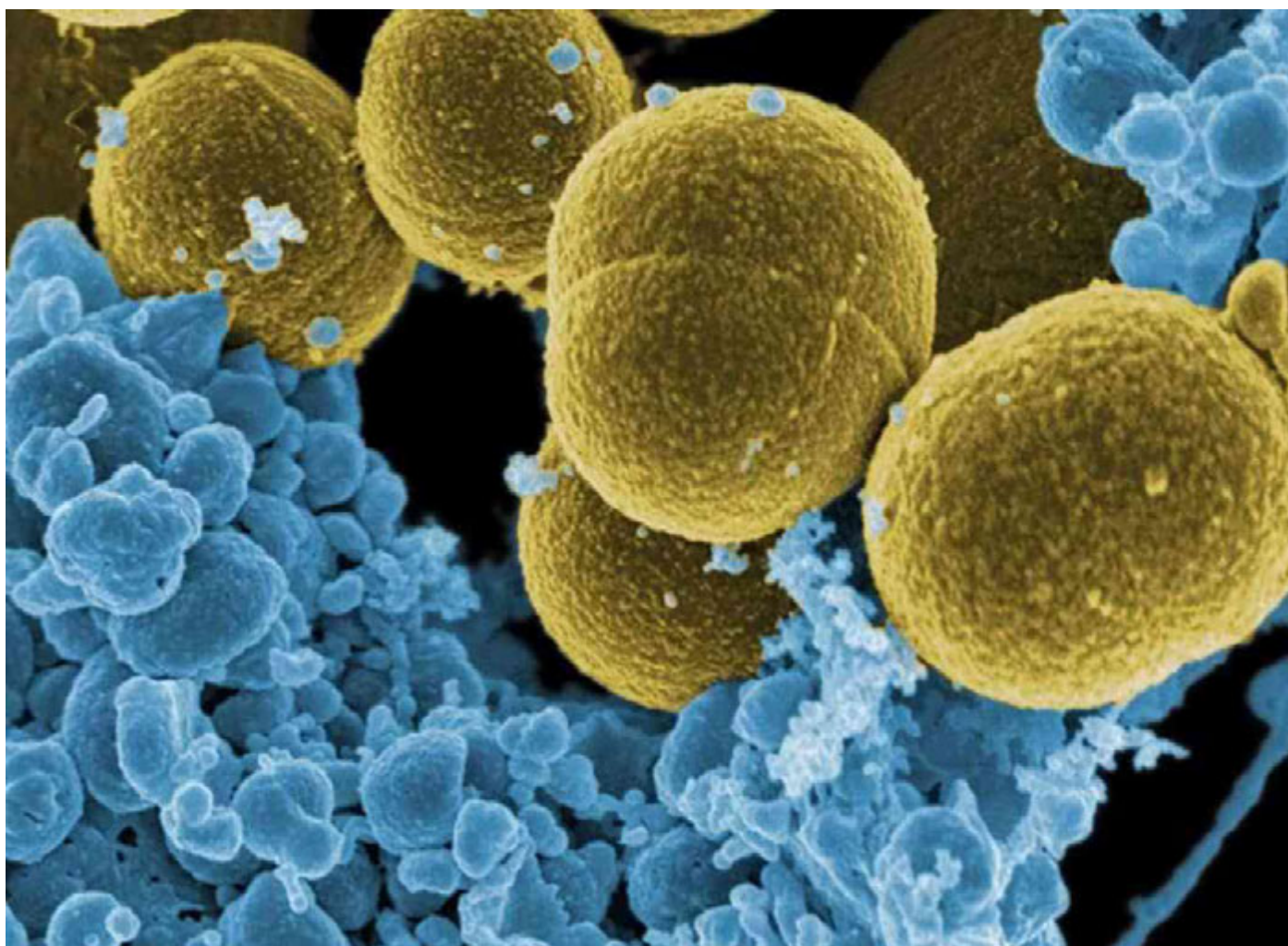
Hanahan y Weinberg. 2011. Hallmarks of cancer: the next generation. *Cell*, 144(5), 646–74. <http://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>  
 Lodish et al. 2013. *Molecular cell biology* (7th ed). New York: W. H. Freeman and Company.

Ruddon. 2007). *Cancer biology. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki* (4th ed). New York: Oxford, University Press.

# ARTÍCULO

## El Biofilm, una comunidad gobernada por bacterias

Adrián Gómez Baltazar y Ma. Soledad Vázquez-Garcidueñas



**Adrián Gómez Baltazar** es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas.

**Dra. Ma. Soledad Vázquez-Garcidueñas** es profesora investigadora, ambos de la Facultad de Medicina y Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
marisolvaz@yahoo.com

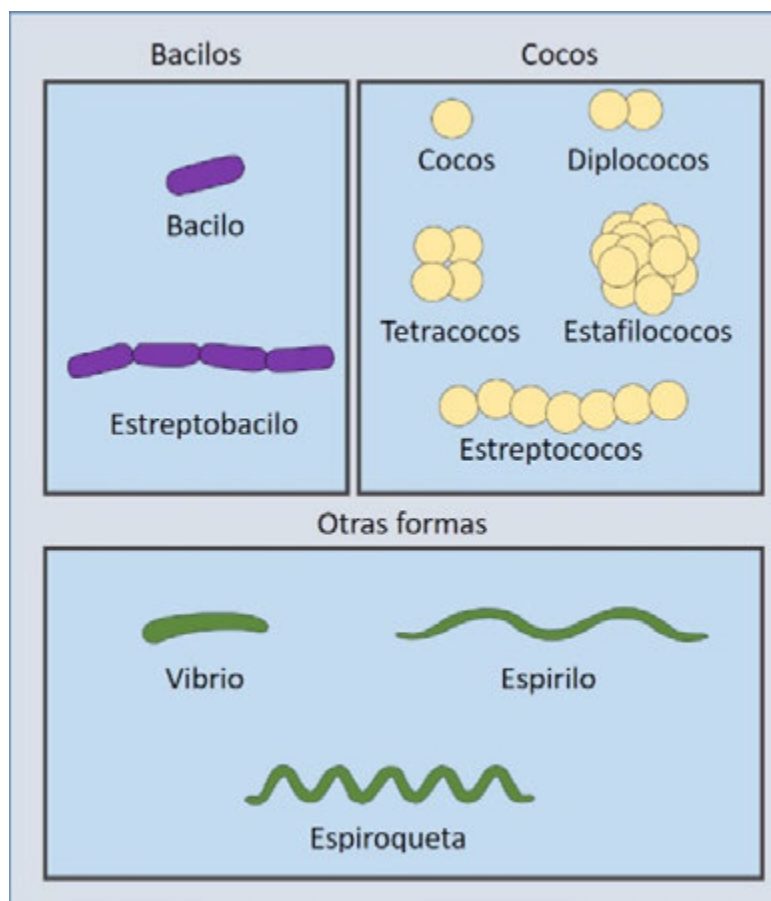
**¿Alguna vez has escuchado hablar de las bacterias? y ¿Cómo te las imaginas?**

Las bacterias son individuos formados por una sola célula, es decir unicelulares, y poseen diversas formas que van desde casi esferas perfectas hasta filamentos alargados. El tamaño de una célula bacteriana es al menos 10 veces menor a las células de un ser humano (~10-100  $\mu\text{m}$ ), por eso solo se pueden observar utilizando un microscopio (*Saber Más 21:10-16*).

**Las bacterias son pequeñas, viajeras y sociables**

Las bacterias han colonizado prácticamente todos los ecosistemas de nuestro planeta, incluso aquellos donde las condiciones son tan extremas que es difícil o imposible encontrar otras formas de vida ¿Cómo han llegado las bacterias a colonizar los





*Principales formas de células bacterianas*

ecosistemas? Por su tamaño tan pequeño, las bacterias pueden ser transportadas fácilmente a grandes distancias por el viento y las corrientes de agua.

Como hábiles viajeras, también son transportadas por aves, insectos y mamíferos, incluido el ser humano. Una vez que llegan a un sitio adecuado para colonizar, interactúan con el suelo o cualquier estructura no viva del nuevo ambiente, pero también con la superficie de distintos tejidos u órganos de especies de otros grupos biológicos como las que las transportaron al nuevo sitio.

Pero, lo que quizás más te sorprenda, es que el cuerpo humano alberga más bacterias que el número de las células que conforman nuestros órganos y tejidos. Durante el proceso de viaje y establecimiento en un nuevo ecosistema, las bacterias modifican su comportamiento, pasando de un estado de individualidad a la interacción y convivencia cercana con otros microorganismos de su misma especie, o aun de especies distintas. A las bacterias que se encuentran como células "solitarias", con una interacción física limitada con otras células, se les denomina células "planctónicas".

**¡Cuando las células bacterianas se encuentran interactuando íntimamente con otras bacterias en forma de agregados multicelulares, se les denomina biofilms o biopelículas!**

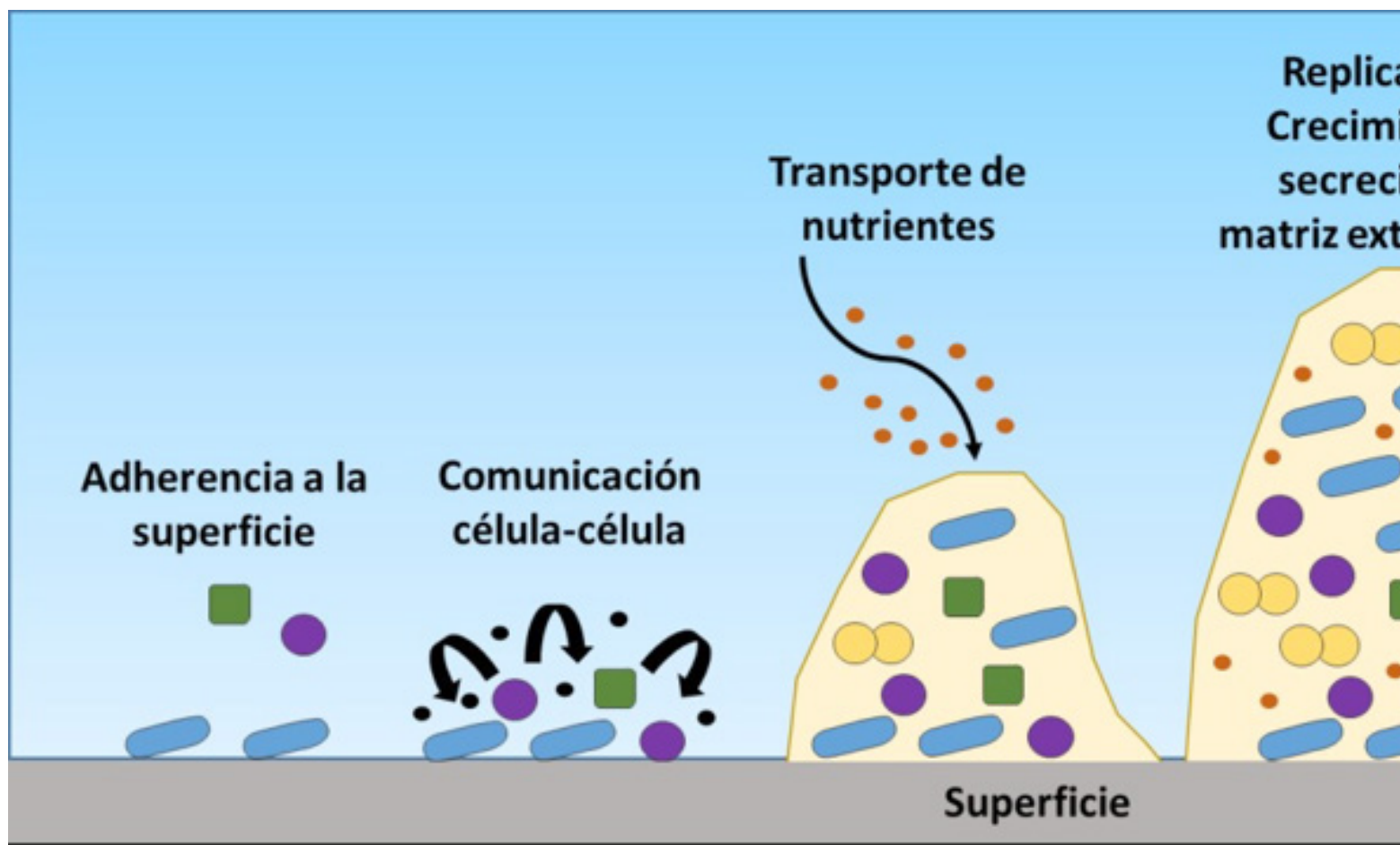
### ¿Qué es un biofilm?

Un biofilm –o una biopelícula- es una comunidad organizada de células bacterianas englobadas en una matriz que se adhiere a superficies inertes o vivas. Se han encontrado biofilms en materiales como plástico, cemento, acero y vidrio. En el caso de superficies vivas, los biofilms se forman en las hojas o la raíz de plantas, así como en la piel de nuestro cuerpo.

Esta estructura compleja está formada por un 97% de agua, un 15% de biomasa microbiana y un 85% de distintas moléculas orgánicas producidas por las propias bacterias, conocidas como "sustancias poliméricas extracelulares", que forman la matriz extracelular.

### ¿Cómo se forma un biofilm bacteriano?

La formación de un biofilm inicia cuando las bacterias en estado planctónico se acercan tanto a una superficie, que su capacidad para moverse disminuye. La bacteria se asocia transitoriamente con la superficie inerte o viva, o con otros microorganismos previamente unidos a éstas, buscando el lugar adecuado para establecerse. Una vez que la bacteria forma una asociación estable como miembro de una micro-colonia, comienza a comunicarse con las otras bacterias presentes en ella, proceso conocido como *quorum sensing*. Este concepto técnico indica que cada miembro de la comunidad bacteriana que conforma el biofilm percibe al resto de miembros e intercambia mensajes y respuestas bioquímicas con éstos.



**Proceso de formación del biofilm**

Se presentan entonces tres procesos: el transporte de nutrientes hacia el interior del biofilm por canales de agua formados entre las células, el metabolismo de esos nutrientes por parte de las bacterias y el transporte de desechos hacia el exterior del biofilm. Estos procesos van acompañados del aumento de tamaño celular, de la división para formar nuevos individuos y de la producción de moléculas orgánicas complejas y extracelulares, haciendo del biofilm una estructura tridimensional.

Ocasionalmente algunas bacterias asociadas al biofilm se desprenden, comportándose nuevamente como células planctónicas que se desplazan a otros microambientes en donde comenzarán el proceso de formación de otro biofilm.

**Las bacterias en grupo son más fuertes**

La formación del biofilm es una estrategia de supervivencia para las bacterias, ya que las protege contra condiciones adversas, como los cambios de pH, altas concentraciones de sales o la radiación ultravioleta, y evitando el efecto de antibióticos y agentes antimicrobianos utilizados por el ser humano para su eliminación.

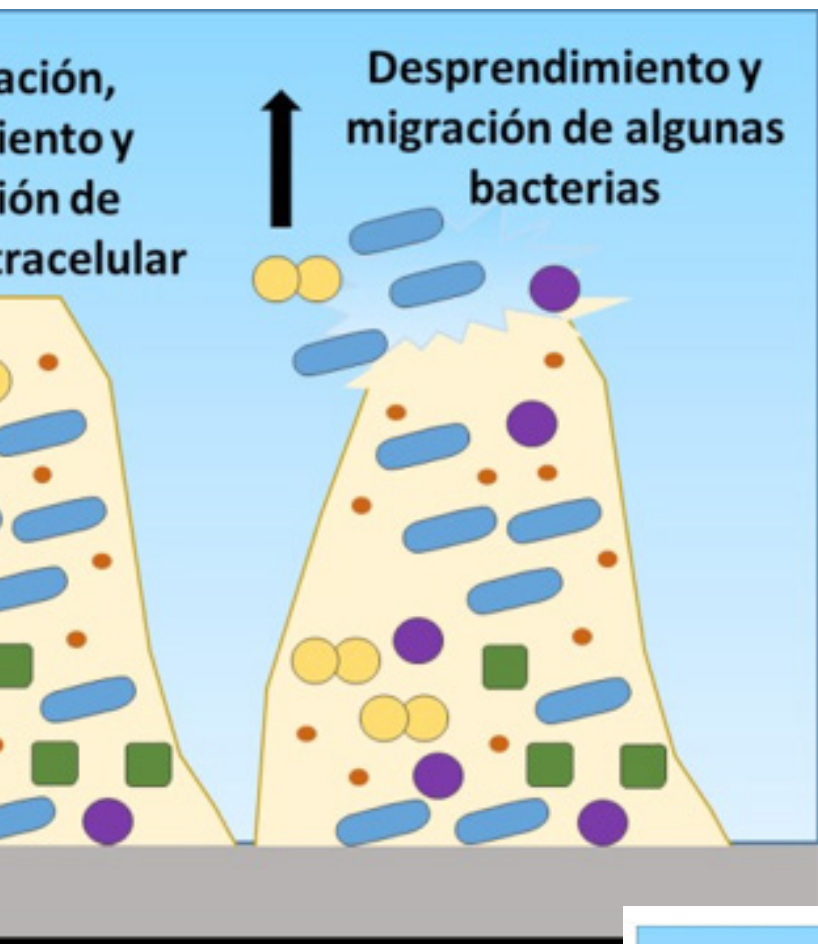
El biofilm ayuda a tener una mayor disponibilidad de nutrientes, ya que permite establecer una cooperación denominada sintrofismo, un caso de simbiosis mutualista entre dos bacterias metabólicamente distintas, que dependen una de otra para utilizar ciertas moléculas orgánicas para cubrir sus requerimientos energéticos, algo que no pueden hacer por separado.

Un fenómeno interesante es que el biofilm favorece la transferencia de genes entre las bacterias, aun de distinta especie, algo relevante para la evolución y generación de diversidad genética de las comunidades microbianas.

**El biofilm, un foco de infección en la producción de alimentos**

Algunas bacterias patógenas que nos infectan al consumir alimentos contaminados, forman un biofilm para permanecer en las superficies de los equipos y materiales utilizados en la producción de alimentos. Si no se limpian y desinfectan adecuadamente estos instrumentos, las bacterias pasan a la comida que se está elaborando. Los brotes infecciosos en todo el mundo de enfermedades diarreicas provocadas por las bacterias patógenas como *Salmonella enterica* y *Escherichia coli*, se han relacionado con la formación de biofilms. Estos microorganismos forman un biofilm difícil de erradicar, que permite la entrada al cuerpo de otras bacterias patógenas menos habituadas a formarlo.

La contaminación bacteriana es un problema grave para el sistema de almacenamiento y distribución de agua potable, ya que la formación del biofilm en las superficies de las tuberías y los recipientes de distribución al consumidor, representa una de las principales causas de contaminación del vital líquido. Entre los factores que influyen en la formación del biofilm en la red de distribución de agua, están el material de la tubería, la temperatura, el desinfectante utilizado para potabilizar el



agua, así como la resistencia de las bacterias a los desinfectantes. El uso de ciertos desinfectantes promueve la formación de sustancias fácilmente biodegradables que son utilizadas como alimento por los microorganismos, incrementando la formación de biofilms en el sistema de distribución.

### Pero ¿El biofilm afecta la salud humana?

Al parecer sí, ya que algunas enfermedades han sido asociadas con la formación de biofilms, como las infecciones relacionadas con implantes médicos (catéteres, válvulas cardíacas, lentes de contacto), otitis media, infecciones urinarias crónicas, caries dental e infecciones nosocomiales, entre muchas otras. El problema con los biofilms asociados a enfermedades crónicas de este tipo, es la resistencia que adquieren las bacterias contra moléculas propias del sistema inmune del paciente y hacia las terapias antimicrobianas suministradas por los profesionales de la salud, complicando la defensa del cuerpo y el tratamiento médico.

SaberMás

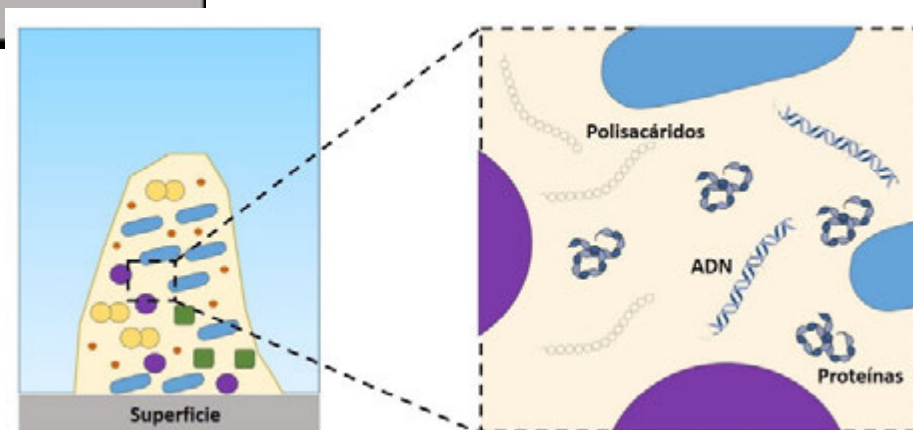
Lasa, I., del Pozo, J.L., Penadés J.R. y Leiva J. (2005). Biofilms bacterianos e infección. *Anales Sis San Navarra*, 28(2):163-175. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272005000300002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000300002&lng=es).

### Principales estrategias para controlar o eliminar un biofilm

La resistencia de las bacterias presentes en el biofilm hacia agentes antimicrobianos constituye una amenaza para la industria alimentaria y la salud pública. El estudio de los biofilms bacterianos tiene como propósito entender el mecanismo de formación y la consecuente resistencia antimicrobiana, lo que ayudaría a desarrollar estrategias de control efectivas para prevenir su formación y lograr su eliminación.

Las principales estrategias para prevenir la formación de un biofilm son:

1. Limpiar y desinfectar regularmente las superficies antes de que las bacterias se adhieran a ellas, con productos químicos utilizados en la limpieza.
2. Uso de altas temperaturas, con las que si puede eliminarse y controlar la formación del biofilm.
3. Uso de biomoléculas como detergentes basados en la acción de enzimas.



Componentes principales de la matriz extracelular del biofilm: proteínas, ADN y polisacáridos.

4. Uso de virus que son capaces de infectar bacterias (fagos) y la bio-regulación. Esto último se refiere al uso de microorganismos no patógenos que compitan por los nutrientes con las bacterias patógenas, inhibiendo el establecimiento del biofilm.

Aún queda mucho por estudiar, y es necesario **Saber más** sobre el impacto de los productos antimicrobianos en la prevención y eliminación de los biofilms bacterianos. El descubrimiento de nuevas estrategias para el control de la formación de biofilms, sigue siendo necesario en la industria alimentaria y en el sector salud.

Loera-Muro, A., Ramírez-Castillo, F.Y., Avelar-González, F.J. y Guerrero-Barrera, A.L. (2012). Biopelículas multi-especie: asociarse para sobrevivir. *Investigación y Ciencia*, 20(54):49-56. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67424408007>

# ARTÍCULO

## *Pluriactividad campesina de la Sierra Norte de Oaxaca*

Edgar Alan Montaña Contreras y Yaayé Arellanes Cancino



Foto: E.A. Montaña Contreras

*Edgar Alan Montaña Contreras es estudiante del Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca. [aqra33@hotmail.com](mailto:aqra33@hotmail.com)*

*Yaayé Arellanes Cancino es investigadora CONACYT adscrita a la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [yarellanescancino@gmail.com](mailto:yarellanescancino@gmail.com)*

¿Qué te viene a la mente cuando escuchas la palabra campesino? ¿acaso piensas en una milpa o maíz, en tractores, vacas, o sombreros? Quizá tus pensamientos te acerquen a una parte de la realidad ya que en la actualidad en un gran número de comunidades de nuestro país esto ha cambiado debido a diversos factores, como el aumento en los costos de producción de los cultivos, la migración del campo a las ciudades, el envejecimiento progresivo de las y los campesinos, y en general el fenómeno de la globalización económica.

Estos fenómenos han contribuido a acelerar la entrada de nuevas estrategias para que los habitantes de comunidades productoras de cultivos

aspiren a satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestido y vivienda. Al conjunto de actividades que los campesinos, tanto hombres como mujeres, llevan a cabo para satisfacer necesidades básicas, las cuales no se concentran únicamente en actividades agropecuarias, le han denominado **pluriactividad campesina** o **multifuncionalidad del medio rural**.

Esta acción no es solamente de ese siglo; la estrategia de realizar múltiples actividades es un proceso dinámico y complejo que a lo largo del tiempo se ha llevado a cabo en las comunidades rurales. En la actualidad –por diversos factores– la diversificación se ha desconcentrado de las actividades netamente agropecuarias, sin que estas desaparezcan en su totalidad, variando dicha diversificación de comunidad en comunidad. En esta ocasión vamos a platicar cómo es la pluriactividad en una comunidad serrana del estado de Oaxaca.

### Una comunidad con pluriactividad, Santa Catarina Lachatao

Oaxaca es la entidad federativa con mayor superficie de tierras comunales que alberga la mayor diversidad biocultural en el país, es decir, allí coexisten una gran cantidad de especies de animales, plantas y hongos, que se desarrollan en diferentes

ecosistemas y que mantienen una relación directa con los 16 grupos étnicos que habitan en la entidad. En uno de estos grupos, entre los zapotecos de la región de la Sierra Norte se encuentra la pequeña localidad de Lachatao, comunidad en donde confluye un gran cúmulo de tradiciones y prácticas de diversa índole, arraigadas a lo largo de los últimos siglos y las cuales se relacionan con sus actividades cotidianas, desde la preparación de sus alimentos, la fiesta patronal, los tequios, ayuda comunitaria o faenas, y el manejo de sus recursos naturales, entre muchas otras actividades que dan muestra de su gran riqueza biocultural.

### ¿Por qué realizan los campesinos múltiples actividades?

Las familias de Lachatao hasta hace algunas décadas se dedicaban principalmente a la producción agropecuaria, y vendían sus excedentes para obtener ingresos que los ayudaba a subsanar diversas necesidades de productos generados fuera de la comunidad, perecederos y no perecederos. En una investigación más amplia sobre esta localidad identificamos que esta tendencia ha ido cambiando con el paso de los años, y las actividades que realizan los habitantes para satisfacer sus necesidades se han diversificado paulatinamente, surgiendo



Foto: E.A. Montañó Contreras



Foto: E.A. Montaña Contreras

unas que antes no se realizaban y desapareciendo algunas otras.

En este sentido, los habitantes de la comunidad llevan a cabo distintas labores para satisfacer sus necesidades básicas que podemos dividir en cuatro grandes grupos:

- i) las actividades agropecuarias
- ii) el huerto familiar
- iii) actividades complementarias
- iv) ingresos provenientes de familiares que viven fuera de la comunidad.

#### Actividades agropecuarias

Para el caso de las actividades agropecuarias, los habitantes de Lachatao cultivan la milpa (maíz-frijol-calabaza o maíz-frijol), el chícharo, el haba, la alfalfa y hortalizas como zanahoria, acelgas, cebolla, chayote. En el espacio donde pueden producir dentro del terreno de sus casas, llamado huerto familiar, solar o traspatio, se siembran diversos tipos de plantas, árboles y arbustos con diversos usos, especialmente de índole alimenticio y medicinal. En los solares se lleva a cabo la producción a baja escala de frutales típicos de la región como la manzana, el durazno, el membrillo y la cereza.

La mayor parte de las familias tienen ani-

males de traspatio como gallinas y guajolotes, los cuales son utilizados para consumo de carne y huevo. Cabe hacer mención que tanto en las parcelas como en los huertos familiares o solares los adultos de más de 55 años, en promedio, son quienes realizan la mayor parte de las actividades, por lo que se observa que en un periodo corto el número de campesinas y campesinos en la localidad irá disminuyendo paulatinamente, lo que pondría en riesgo el cumulo de conocimientos tradicionales adquiridos a lo largo de mucho tiempo.

Cuando llegan a generarse excedentes de los productos obtenidos en el solar y en las parcelas estos son vendidos, entre los vecinos y en menor medida fuera de la localidad, en el mercado regional de Ixtlán y en la ciudad de Oaxaca. La venta en mercados regionales ha estado ligada por generaciones a la vida de los lachataenses; sin embargo, durante las últimas décadas esta actividad ha ido a la baja. La gran mayoría de las 70 familias de Lachatao aún se dedica a actividades ligadas al campo, pero éstas no constituyen el aporte principal, encaminándose hacia otras áreas que determinan su pluriactividad.

#### Ecoturismo

En la última década el ecoturismo ha sido

una de las actividades complementarias que atrae a visitantes para admirar las riquezas naturales y culturales de la comunidad, generando con esto fuentes de empleo que impactan en los ingresos de algunos de los habitantes. Aunado a esto se cuenta con algunos otros servicios que generan ingresos complementarios para algunas familias. Otros habitantes consiguen empleos fuera de la comunidad y regresan el mismo día o pueden prolongar su regreso en periodos de una semana hasta un mes, contratándose en diversos empleos, principalmente como albañiles, choferes y jornaleros.

De esta manera es como las y los campesinos de Lachatao actualmente a través de estas actividades satisfacen gran parte de sus necesidades básicas. Un fenómeno que se ha hecho presente en las últimas décadas en la comunidad, y que incide directamente en su diversificación de actividades, es la migración. Debido a factores como la falta de oportunidades de educación formal, pero sobre todo la situación económica precaria, un gran número

de habitantes han tenido que abandonar la localidad y en muchos de los casos ya no regresan. La mayoría de los migrantes acuden únicamente en fechas especiales como la fiesta patronal, navidad, día de los fieles difuntos o vuelven en edades avanzadas después de concluir su vida laboral. En este sentido, los ingresos ya sean de origen nacional o internacional representan un aporte importante para los ingresos de varias familias.

### Efectos generados por la pluriactividad en Lachatao

Los habitantes de Lachatao identifican dentro de la pluriactividad campesina beneficios que los lleva a obtener mayores ingresos económicos por los servicios que prestan, y de manera paralela la pérdida del conocimiento de los cultivos, que cada vez se siembran menos. Ellos identifican que, a medida que pasa el tiempo, habrá una mayor dependencia de elementos externos para su alimentación, lo que limitará su seguridad y soberanía alimentaria. El cambio en los agricultores, su conocimiento e importancia dentro de la comunidad se relaciona en gran medida a la migración, el envejecimiento gradual de la población, la falta de un relevo generacional que los sustituya y el descenso en la tasa de natalidad de los habitantes.

Las regiones rurales de nuestro país cada vez son menos, al igual que sus agricultores. Los múltiples cambios sociales y económicos que han vivido a lo largo del tiempo los campesinos lachataos están entrelazados con su pluriactividad con el objetivo de lograr la subsistencia y satisfacer sus necesidades básicas. Por lo tanto, el conocer cómo las comunidades rurales de nuestro país diversifican sus actividades en la vía campesina hará posible, por un lado, visibilizar el detrimento de su patrimonio biocultural y su limitada autosuficiencia alimentaria. Es necesario un auto-reconocimiento de la importancia de la pluriactividad y de la memoria biocultural, pero también es importante que se conozca en otros ámbitos su importancia para la toma de decisiones y se generen los programas y políticas públicas que puedan reconocer, y subsanar, las necesidades del agro mexicano.



Foto: E.A. Montaña Contreras

SaberMás

Grammont, H.C. de. (2009). La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. En: *La pluriactividad en el campo latinoamericano* (Grammont, H.C. de y Martínez V.L., Coords.), pp:273-307.

<http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41536.pdf>

Toledo, V.M. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. En: *Ecología, campesinado e historia* (Sevilla G.E. y González de M.M., Eds.), pp:197-218.

[http://www.contemporaneaagr.es/files/Toledo%20V,%20La%20Racionalidad%20Ecol%C3%B3gica%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20Campesina\(1\).pdf](http://www.contemporaneaagr.es/files/Toledo%20V,%20La%20Racionalidad%20Ecol%C3%B3gica%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20Campesina(1).pdf)

CONACYT. (2012). *Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural*. México, D.F. 33 p.

<http://etnoecologia.uv.mx/pdfs/Red%20de%20Etnoecolog%C3%ADa-22.pdf>

## ARTÍCULO

### *Cuentos que se quedan solo en cuentos La verdadera historia de los murciélagos*

Isis Johana Montoya Valdivias



De la película *Hotel Transylvania*. Sony Pictures Animation.

*"... Cuando lo vi hace cuatro días en su casa, parecía bastante raro. Nunca había visto a nadie que enflaqueciera tan rápidamente, desde que estuve en las Pampas y tuve una yegua que le gustaba ir a pastar por las noches. Uno de esos grandes murciélagos a los que ellos llaman vampiros la agarró por la noche y la dejó con la garganta y la vena abierta, sin que hubiera suficiente sangre dentro de ella para permitirle estar de pie..." (Drácula de Bram Stoker, 1897)*

La Biol. **Isis Johana Montoya Valdivias** es estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas en el área de Ecología y Conservación, Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[ishavaldivias@gmail.com](mailto:ishavaldivias@gmail.com)

**D**rácula, es una de las más famosas novelas literarias del mundo, que narra la historia acerca de un misterioso conde de piel extremadamente pálida, afilados colmillos y aspecto decadente. Este conde causaba terror por los fuertes rumores entre los aldeanos, de que él podría ser un vampiro, con la capacidad de convertirse en murciélago y alimentarse de la sangre de humanos.

A partir de estos relatos, la humanidad desencadenó un sinnúmero de historias fantásticas acerca de las relaciones entre los vampiros y los murciélagos. Haciendo volar la imaginación y mostrando a los murciélagos como entes malignos cuyo único objetivo en el mundo es causar daño a la humanidad. Las historias fueron creando una serie de mitos relacionados con los murciélagos, los cuales causan apatía y repulsión hacia este fascinante grupo de voladores nocturnos. Estas múltiples historias ponen en riesgo la existencia y el gran valor que tienen los murciélagos en la naturaleza.



**Es por ello que en este artículo te enlistaré los mitos más populares y negativos acerca de los murciélagos, mostrándote la realidad acerca de este simpático y maravilloso grupo de organismos:**

### 1. Son ratones que les aparecieron alas

Las historias que dieron lugar a este mito son muchas. Entre ellas se encuentra la fábula de Esopo "El murciélago y La Comadreja". La cual cuenta la historia de un murciélago que cayó a la tierra, el cual fue atrapado por una comadreja. En una parte de la historia el murciélago estaba implorando por su vida y la comadreja le dijo que ella era enemiga de las aves, a lo que el murciélago contestó que él no era un ave, sino un ratón, liberándose así de la comadreja y de la muerte.

Realmente a diferencia de los roedores, los murciélagos tienen de una a dos crías por año y aunque los dos son mamíferos, estos pertenecen a grupos diferentes que evolucionaron por separado hace aproximadamente unos 55 millones de años.

### 2. Todos comen sangre

Los inicios de estas historias comienzan en África con las creencias de los médicos brujos en el siglo XVII y que posteriormente llegarían a las ciudades europeas. Esas creencias dieron origen a un sinnúmero de novelas sobre vampiros que chupaban la sangre de sus víctimas llevándolos hasta la muerte, como en la novela de Drácula. Desde entonces hasta la actualidad, los murciélagos son relacionados con los vampiros, haciendo creer que solo se alimentan de sangre exclusivamente.

Y es que en realidad de las 1,300 especies de murciélagos que existen aproximadamente en todo el mundo, solo tres de ellas se alimentan de sangre de animales. Debido a que estas especies se alimentan de sangre, se les dio el nombre común de especies vampiro. Pero esto no quiere decir que sean vampiros como los de esas historias, simplemente por popularidad se adquirió el término. Otras especies se alimentan de frutas, insectos, néctar, polen, peces y algunos mamíferos pequeños.

Todas las especies cumplen una importante tarea

en la naturaleza por ejemplo, aquellos que comen fruta ayudan a esparcir las semillas de los diferentes frutos, ayudando así a la reproducción de más plantas. Los que se alimentan de néctar y polen son importantes en la economía, polinizan plantas de importancia económica como el maguey pulquero, el agave mezcalero, el tequilero y numerosas especies de cactus. Los que se alimentan de insectos ayudan a mantener controladas las poblaciones de estos. De hecho, se dice que en una colonia de murciélagos insectívoros de aproximadamente 20 millones de individuos, puede eliminar en una sola noche 200 toneladas de insectos, los cuales en muchas ocasiones pueden ser plaga para los cultivos, por lo que los murciélagos representan una gran ayuda para la agricultura.

### 3. Todos tienen rabia

Aunque son portadores potenciales de rabia, no todas las especies de murciélagos son portadores de esta enfermedad. Con respecto a la transmisión de la rabia, podemos dividir a los murciélagos en aquellos que se alimentan de sangre (hematófagos) y aquellos que no lo hacen (Insectívoros, frugívoros, necarívoros, etc.). Los hematófagos son los principales transmisores de la rabia, y debido a que conviven en las cuevas con otras especies puede existir la probabilidad de que el virus se conserve en ellas. Aun así, es más probable de que un perro o un gato puedan contagiarte la rabia.

### 4. Son aves

En México, en las regiones de Oaxaca, existe una leyenda llamada "La leyenda del Murciélago", que cuenta que el murciélago una vez fue el "ave más bella de la creación". El murciélago un día

subió al cielo y le pidió al creador plumas nuevas. El creador no tenía plumas y le recomendó que bajara a la tierra y les pidiera plumas a las demás aves. El murciélago así lo hizo, pero solamente pidió plumas a las aves más vistosas y coloridas. Consiente de su belleza, volaba por todas partes mostrándoles a las demás aves su hermoso plumaje. Era tanta su soberbia y orgullo que poco a poco se fue convirtiendo en un ser ofensivo y cuando el creador se dio cuenta, lo llamó y lo despojó



*Desmodus rotundus*, se alimenta de sangre de vertebrados.



de su hermoso plumaje. Después de esto, el creador dejó desnudo al murciélago, retirándose después este a vivir en cuevas y olvidando su sentido de la vista para no tener que recordar los hermosos colores que una vez tuvo.

Lo cierto es que los murciélagos no son aves. La diferencia más notoria entre estos dos grupos es que el cuerpo de las aves está cubierto de plumas, mientras que el de los murciélagos se encuentra envuelto de pelos. Las alas de los murciélagos están hechas de una capa de piel llamada patagio, la cual cubre los brazos y los dedos de los murciélagos. Esta cualidad los convierte en los únicos mamíferos que verdaderamente pueden volar.

#### 5. Si salen al sol se convierten en cenizas

Las historias relacionadas a este mito, se basan en las novelas que involucran vampiros. Estos personajes no pueden ser expuestos a la luz del sol, ya que si lo hacen se convierten en cenizas y mueren.

Ya hablamos en el mito número dos que hay murciélagos a los que se les da el nombre común de "Vampiro", pero esto no quiere decir que sean como los vampiros de esas historias fantásticas. Verdaderamente los rayos solares tienden a deshidratar rápidamente a los murciélagos. Lógicamente si tienen una prolongada exposición al sol, la deshidratación puede ser muy fuerte que podría provocar la muerte del murciélago, es por ellos que son nocturnos y viven en lugares oscuros y húmedos.

#### 6. Son animales de mala suerte

*"Ojos de lagartija, anca de rana, pelo de rata y alas de murciélago. No permitas que se me acabe el encanto"*

Estas creencias iniciaron con los indígenas. Los indígenas consideraban a los murciélagos como dioses diabólicos y eran relacionados con rituales que involucraban a la muerte. Algunos "santeros" de Cuba, usan su sangre, huesos y otras partes del



cuerpo de los murciélagos, para realizar rituales satánicos. En algunas historias, las brujas usaban a los murciélagos como amuletos emblemáticos. Diversas culturas asocian a los murciélagos con aspectos diabólicos y de brujería.

Evidentemente la imaginación de la humanidad es muy poderosa, puede llegar a crear historias fantásticas que son creadas solo para sugestionar a las personas y difundir miedo. Recuerda que tu destino y la buena o mala suerte no son creadas por un pequeño animalito que solo busca sobrevivir en este mundo, son creadas por las acciones y decisiones que tú has tomado.

### 7. Los murciélagos son ciegos y se enredan en el cabello de las personas

En Francia existe el mito de que, si un murciélago se enreda en el cabello de una mujer, significa que tendrá una mala relación amorosa. En Irlanda significa la condena eterna y en Estados Unidos que te causará dolor de cabeza eterno. No cabe duda que aquellas historias que nos contaban los abuelos las fuimos transformando poco a poco hasta convertirlas en verdaderas.

En primer lugar, los murciélagos no son ciegos y usan su vista a la perfección. En segundo lugar, son poseedores de un fascinante y especializado sistema de detección de objetos y navegación conocido como "Ecolocalización", el cual es utili-

zado como un radar, el cual los ayuda a orientarse, comunicarse mediante vocalizaciones y detectar su alimento. Esta "Ecolocalización" es la capacidad de los murciélagos de emitir sonidos cortos que tienen un rebote, por lo que son capaces de detectar las señales que entran y las que salen, esta peculiaridad los transforma en expertos navegantes de la noche.

### Cuentos sobre los murciélagos que eso son:

Como bien dije al inicio, estas múltiples historias han creado una fuerte repulsión de parte de la sociedad hacia los murciélagos, poniendo en peligro la existencia de esos maravillosos mamíferos voladores. Debido a esto en el laboratorio de Vida Silvestre de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se han puesto manos a la obra, realizando diversos estudios con murciélagos. Uno de esos estudios está enfocado en el monitoreo y grabación de las vocalizaciones de los murciélagos, con la finalidad de conocer más la forma en que se comunican y las limitaciones que su comunicación puede tener, para así generar más conocimiento y poder compartirlo con la sociedad, de este modo podrán comprender mejor a estos increíbles amiguitos y así poder valorar lo importantes que son para el ambiente.

En mi opinión, la falta de información de la sociedad hacia los murciélagos es la principal causa de desagrado hacia ellos. El ser humano teme a lo desconocido por naturaleza. Para poder superar el miedo a lo desconocido y a la incertidumbre, debemos enfrentar lo desconocido generando conocimiento y difundiéndolo a la sociedad. Así la sociedad dejará a un lado su temor e incertidumbre y comenzará a crear curiosidad para poder comprender mejor aquello que los rodea y que alguna vez fue desconocido.

### ¿Quieres Saber Más acerca de este maravilloso grupo?

<https://www.anipedia.net/murcielagos/>

<http://www.murcielagopedia.com/>



Morton P.A. (1986). *Los murciélagos mitos y realidades. Parte 2. Breve historia natural de los murciélagos*. Biocenosis, 3(2), 33-37.

Romero-Almaráz L., Aguilar-Setién A. y Sánchez-Hernández C. (2006). *Murciélagos benéficos y vampiros: características importancia, rabia, control y conservación*. IMSS: AGT Editor S. A. México. Libro impreso: <http://www.worldcat.org/title/murcielagos-beneficos-y-vampiros-caracteristi->

<cas-importancia-rabia-control-y-conservacion/oclc/651201118?referer=di&ht=edition>

Romero-Torres E.J. y Fernández-Crispín A. (2012). *Instrumento para el análisis de evaluación de los conocimientos, actitudes y acciones hacia los murciélagos en la Mixteca poblana*. *Investigación ambiental ciencia y política pública.*, 4(1):4-18. <file:///C:/Users/rsalg/Desktop/139-706-1-PB.pdf>

# ARTÍCULO

## La hipertensión arterial: tres formas de matar en silencio

Cristian Adrián Márquez Ramírez y Christian Cortés Rojo



El M. en C. **Cristian Adrián Márquez Ramírez** es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas.  
[qbio\\_cris@yahoo.com.mx](mailto:qbio_cris@yahoo.com.mx)

D. en C. **Christian Cortés Rojo** es Profesor e investigador, ambos del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[christiancortesrojo@gmail.com](mailto:christiancortesrojo@gmail.com)

**H**ablar de la hipertensión arterial es en realidad describir el estado de salud de cerca de la mitad de las personas mayores de 25 años en el mundo, quienes están afectados por esta enfermedad que no distingue entre sexo o clases sociales. La "presión alta" o mejor llamada por el ámbito científico Hipertensión Arterial (HA) es una enfermedad crónica ocasionada por múltiples y complejos factores, en esta enfermedad se incrementa la presión o tensión que la sangre ejerce sobre la pared de los vasos sanguíneos cuando es bombeada por el corazón, ocasionando un menor flujo de sangre a diferentes órganos.

Una persona debe ser considerada con HA cuando su presión arterial se encuentra elevada de manera persistente con valores de presión arterial sistólica (cuando el corazón se contrae) y diastólica (cuando el corazón se vacía de sangre) mayores a 140 y 90 mm Hg, respectivamente.

La organización mundial de la salud (OMS) estima que anualmente mueren nueve millones de personas a causa de esta enfermedad y es conside-

rada la primera causa de muerte a nivel mundial.

La mayoría de los países del mundo tienen un alto índice de prevalencia de HA y México no es la excepción, con 32.5 millones de personas con HT en 2016. Desafortunadamente solo 60% (19.5 millones) de las personas conocen su condición, de los que se saben hipertensos solo la mitad toma algún medicamento para controlarla y solo el 50% de éstos logra el objetivo.

Como se puede apreciar, una gran cantidad de personas quedan propensas al desarrollo de complicaciones ocasionadas por mantener la presión alta, que de manera silenciosa puede ocasionarles otros trastornos asociados o la muerte.

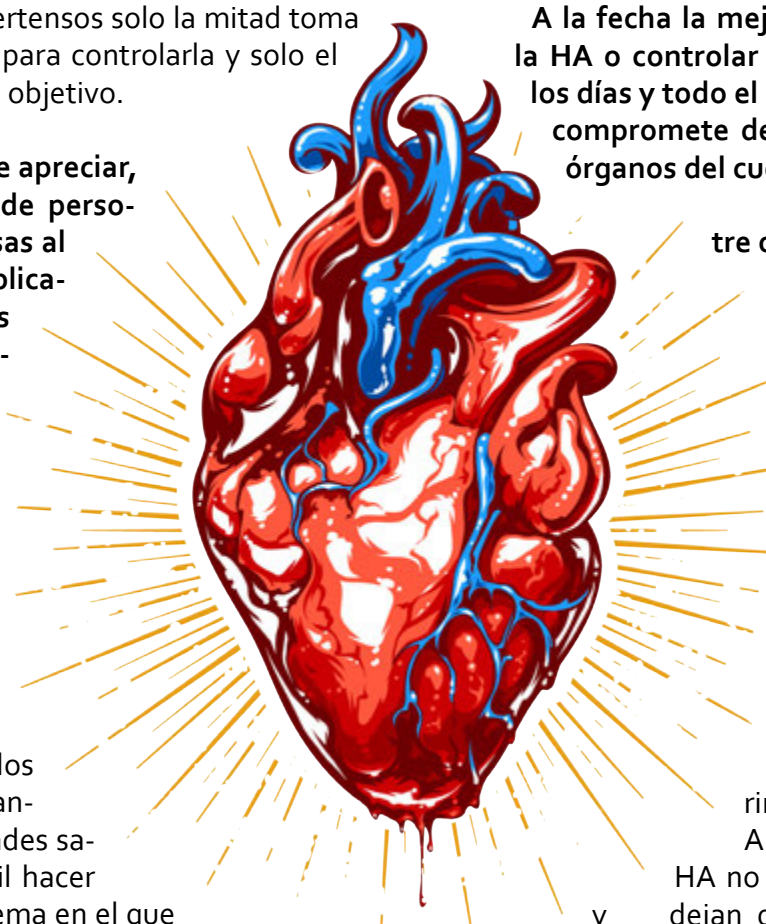
**La hipertensión arterial: Un asesino silencioso**

A pesar de todos estos datos alarmantes, para las autoridades sanitarias es muy difícil hacer conciencia del problema en el que se encuentran las personas afectadas, quizás por lo discreta que es la enfermedad. Además, el problema se dificulta aún más porque muchos de los afectados presentan más factores de riesgo para la salud cardiovascular, como la obesidad, el consumo de tabaco, el aumento de lípidos en la sangre, la diabetes mellitus y la dieta malsana (consumo de grandes cantidades de sodio), entre otros.

La ciencia ha considerado a la HA como una enfermedad que asesina de forma sigilosa debido a que la mayoría de las veces **no presenta** síntomas y sus consecuencias son devastadoras tanto a nivel social como económico. Nada menos los sistemas

de salud destinan una gran cantidad de dinero para enfermedades consecuentes de la HA, como son la insuficiencia renal, cardiopatías y accidentes cerebrovasculares, pero además estas complicaciones imposibilitan a las personas en edades productivas.

**A la fecha la mejor alternativa es prevenir la HA o controlar la presión arterial "todos los días y todo el día", pues al no hacerlo se compromete de forma negativa a varios órganos del cuerpo como el corazón, los riñones, el cerebro, entre otros.**



El impacto real de esta enfermedad se da cuando no se controla la presión arterial y su incremento daña de manera irreversible a algún órgano, un caso claro es el daño al corazón, porque cuanto más alta es la presión arterial más esfuerzo tiene que realizar el corazón para bombear la sangre hasta todos los rincones de nuestro cuerpo.

A menudo las personas con HA no presentan ningún síntoma y dejan de tomar el medicamento prescrito, solo en pocas ocasiones se presentan síntomas y un ejemplo de estos es dolor de cabeza, pero como sabemos el dolor de cabeza puede ser provocado por una infinidad de situaciones en la vida, por lo que pasa casi desapercibido.

En esta enfermedad, la auto-asistencia es una gran alternativa para los sistemas de salud, ¿cuántos de nosotros nos hemos medido la presión arterial? Incluso por comodidad hemos comprado un aparato para medirla nosotros mismos, pero, ¿lo estamos haciendo bien?, para hacerlo es necesario tomar en cuenta varios aspectos, que te mostramos en el cuadro 1.

Cuadro 1. Consejos para medir la presión arterial de manera adecuada	
Evitar ejercicio físico 30 minutos previos a la medición	Piernas sin cruzar y pies apoyados sobre el suelo
Reposo de 5 minutos antes de la medición	Evitar hacer la medición en casos de malestar, con vejiga llena, necesidad de defecar, etc.
Con el paciente sentado con la espalda recta	Evitar el consumo de cafeína, tabaco o medicamentos
El brazo izquierdo descubierto apoyado a la altura del corazón	Realizar las mediciones por la mañana y por la tarde, durante varios

## Las tres formas que la HA ocasiona la muerte

Como lo mencionamos en el título, la HA tiene tres formas principales de terminar con sus víctimas:

1. Provocar daño al corazón cuya causa abarca el 45% de las muertes totales por cardiopatía en el mundo y el daño es provocado porque la HA debilita las arterias y deteriora su elasticidad, es decir las deja más rígidas (arteriosclerosis), lo que provoca que el corazón tenga que realizar más esfuerzo para mantener la misma irrigación de sangre a los vasos. Como resultado, el corazón adopta mecanismos para compensar estos cambios (hipertrofia muscular). Además, las arterias se vuelven susceptibles a presentar bloqueos en la circulación provocando isquemia (disminución del riego sanguíneo) y disminuyendo el aporte de oxígeno y nutrientes al corazón. Todo esto provoca un "engrosamiento" anormal del corazón llegando a provocar infartos cardiacos y la muerte.

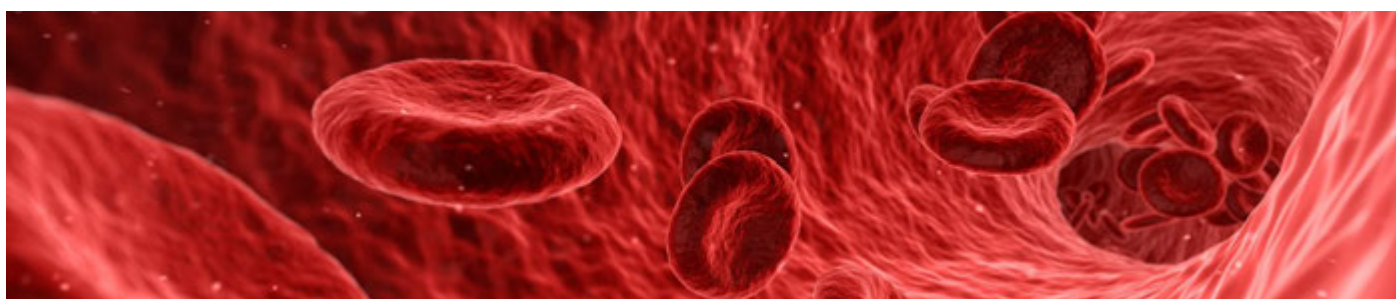
2. Ocasiona la muerte por daño a los riñones –daño renal-, órganos encargados de filtrar y desechar sustancias tóxicas presentes en la sangre, regular la cantidad de agua y electrolitos, producir hormonas y mantener la presión arterial en niveles normales. Los riñones son altamente susceptibles a daño por disminuciones pequeñas en el aporte de oxígeno hacia sus células. A consecuencia de la HA crónica, se reduce el flujo de sangre capilar renal y por efecto se reduce el aporte de oxígeno al riñón, provocando hipoxia renal. La disminución persistente de oxígeno en el riñón provoca fibrosis renal (aumento exagerado de colágeno extracelular) y daño irreversible de la función renal. En tal caso será necesario el remplazo de la función renal mediante procedimientos bastante costosos como la diálisis, hemodiálisis o trasplante renal, un estado que deteriora la calidad de vida y acaba con la economía de las personas (y gobiernos).

3. La tercera forma en la que "el asesino silencioso" toma por sorpresa a sus víctimas, es cuando la presión arterial elevada crónica provoca finalmente una disminución en el flujo sanguíneo hacia el cerebro o rompe una arteria cerebral provocando un evento cerebrovascular, en el que cierta región del cerebro es dañada. El cerebro requiere un ininterrumpido aporte de oxígeno y nutrientes en sus células y un cese de éste puede causar la muerte o una importante incapacidad física, que redundará en un tratamiento a largo plazo y que además repercute irremediablemente en lo económico.

## El diagnóstico, el control y tu estilo de vida ¡puede salvarte de la HA!

Sin embargo, no todo está perdido, el punto clave es mantener la presión arterial normal, así que tomemos el diagnóstico de la HA como una última alerta de que debemos de cambiar nuestro estilo de vida, pues el cambio positivo de hábitos alimenticios y conductuales o en su caso la administración de fármacos antihipertensivos disminuirá considerablemente el riesgo de padecer estas consecuencias fatales.

**Se sabe que por cada 6 mm Hg que disminuya la presión arterial, se reduce un 40% el riesgo de mortalidad y que un tratamiento adecuado disminuye entre un 20 - 25% los infartos agudos al miocardio, reduce en un 50% la probabilidad de presentar insuficiencia renal y 35 - 40% de sufrir accidentes cerebrovasculares.**



ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino). (2016). Informe final de resultados. 149 p.

[http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos\\_2016/ensanut\\_mc\\_2016-310oct.pdf](http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf)

Gómez-León, A.M., Morales-López, S. y Álvarez-Díaz, C.J. (2016). Técnica para una correcta toma de presión arterial en el paciente ambulatorio. Revista de la facultad de medicina de la UNAM, 59(3):49-55.

<http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2016/un163j.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2005). Evite los infartos de miocardio y los accidentes cerebrovasculares. No sea una víctima, protéjase. 43 p.

[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43402/1/9243546724\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43402/1/9243546724_spa.pdf)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2013). Información general sobre la hipertensión en el mundo. Día mundial de la Salud. 40 p.

[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2013.2\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf?ua=1)

# TECNOLOGÍA

## El futuro al alcance de un botón

Anahí Solís Chávez



Nuestro leal compañero se convirtió nada menos que en un aparato electrónico —el dispositivo móvil—, nos acompaña a todos lados y nos provee lo que necesitamos con solo presionar un botón, ¿quieres ir al cine? solamente tienes que bajar la aplicación del cine de tu localidad y adquirir los boletos para no tener que hacer línea, ¿quieres comprar un libro? no tienes por qué batallar, entra a tu buscador favorito y lo encontraras en segundos en varias librerías en línea, ¿quieres viajar? ¿porque no comparar precios de diferentes aerolíneas en internet y agencias de viajes para elegir la que más te conviene?, ¿quieres conseguir pareja? sí, también es posible.

Hoy es difícil no encontrar aquello que buscamos por Internet, en nuestro país alcanzó un uso del 51% según la 11ª Edición de su Estudio de Hábitos de los Usuarios de Internet en México realizada por la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI) siendo las descargas de contenido digital, las compras de viajes, los boletos para eventos, muebles y electrodomésticos, y consolas de juego / video juegos; los cinco tipos de bienes más adquiridos a través de dispositivos móviles en México (AMIPCI, 2014) si bien las personas prefieren el uso de su computadora

*Anahí Solís Chávez es docente de tiempo de completo en el Departamento de Diseño del Instituto de Arquitectura Diseño y Arte de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, es Licenciada en Diseño Gráfico (UACJ) y Maestra en Comercio Electrónico (ITESM), adscrita al Programa de Diseño Digital de Medios Interactivos.  
asolis@uacj.mx*



personal al momento de realizar compras en línea, la migración a compras por medio de sus teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas va creciendo a pasos agigantados, sobre todo en los jóvenes.

Mientras que el uso de los dispositivos móviles para realizar comparativas de precios, investigar detalles de productos, encontrar tiendas cercanas y buscar reseñas de productos, no precisamente se ve reflejada en la compra del producto y en la realidad nuestro país muestra rezago a comparación otros países latinoamericanos como Uruguay, Argentina, Chile y Brasil.

Para más practicidad y facilidad, existen ocho nuevas tecnologías que se espera que trastocuen el mundo del comercio, denominadas tecnologías emergentes o nuevas tecnologías, según el World Economic Forum (WEF) en un estudio realizado en colaboración con *Accenture*, empresa global de consultoría, servicios tecnológicos y de *outsourcing*, denominado *Shaping the Futures of Retail for Consumer Industries*.

**1. Internet de las cosas** (Internet of Things, IoT): Sistemas interconectados monitoreados y controlados por sistemas de inteligencia artificial que ofrecen la capacidad de utilizarse en prácticamente todos los rubros de nuestra vida, desde abrir una casa por medio de reconocimiento del dueño, hasta uso de nanosensores en trasplan-

tes médicos que enviarían una alerta al médico en caso de una falla. Esto permitirá ofrecer servicios más personalizados y adaptados a las necesidades individuales de cada cliente.

¿Aún no te queda muy en claro que es esto del Internet de las cosas? Para entender un poco mejor el concepto podemos ejemplificar con los nuevos relojes digitales, que ya no solo te ofrecen lo más básico para lo que fueron concebidos, la hora, ahora también puedes adquirir un reloj que aparte mide tu frecuencia cardiaca, te ofrece información del clima e incluso puedes adquirir aquellos que ya son parte teléfono inteligente y obtener entonces todos los beneficios del mismo, es ahí donde es palpable el concepto del IoT, pero más allá de eso podemos visualizar como esta nueva tecnología se aplica a todo lo que hay detrás de las grandes empresas, como lo son las cadenas de suministro tan importantes para poder hacer llegar los productos hasta el usuario final ya que es ahí donde esta nueva tecnología está siendo aplicada por empresas como UPS and John Deere. **Video: *Lenovo IoT*** <https://www.youtube.com/watch?v=lsiHUflpNGY>

**2. Vehículos autónomos** (Autonomous vehicles AV)/drones): Este tipo de tecnología permitirá reducir costos de operación de transporte tanto de personas como de bienes e incrementará la eficiencia de uso de combustibles y el uso de



energía sustentable. Aunque actualmente su uso es más conocido con fines de entretenimiento o incluso en áreas no tan alentadoras como la guerra, el uso de drones ya es casi un hecho para grandes empresas como Amazon que gracias a su proyecto Amazon Prime Air busca implementar esta nueva tecnología para hacer más eficaz sus procesos de entrega. **Video: Amazon Prime Air** <https://www.youtube.com/watch?v=vNySOrIzNy8>

**3. Inteligencia Artificial** (Artificial Intelligence AI)/(*machine learning*): La AI promoverá una gran precisión, certeza y rapidez en diversos tipos de tareas, así como también eliminará la necesidad de operación humana para actividades repetitivas y rutinarias.

**4. Robótica:** Los avances en robótica reducen costos de operación a través de automatización de procesos, incrementan la productividad, permiten una atención más centrada al cliente y proporciona rapidez en tareas repetitivas.

**5. Trazabilidad digital** (Digital Traceability): Dar seguimiento a productos y bienes, permite llevar un mejor control de inventario y una mejor respuesta a los clientes. Con esta nueva tecnología se podrá rastrear toda la información de un producto desde el inicio cuando alguien lo solicita hasta cuando ya se realiza el diseño, todo su proceso de fabricación y finalmente cuando ya está en el mercado e incluso cuando ya fue adquirido por el cliente, es decir todo el ciclo de vida de un producto. Si se complementa con una eficiente gestión de datos desde la perspectiva de la mercadotecnia los servicios de personalización serán más eficaces.

**6. Impresión 3D:** Crea nuevas oportunidades de modelos de negocio basados en la manufactura de productos a pequeña escala, sin embargo, en el área automotriz y aeroespacial está siendo altamente solicitada sobre todo para procesos de manufactura de piezas utilizadas en este tipo de industria.

**7. Realidad aumentada** (Augmented Reality AR)/ Realidad Virtual (Virtual Reality VR): Provee canales alternativos de compra venta y una nueva forma de descubrir y evaluar productos. Un acceso fácil a las plataformas de venta en línea evitando viajes a las tiendas. Permite también experimentar los productos desde el ámbito virtual.

Un ejemplo muy claro es el utilizado por la empresa Lego con su "Lego Digital Box" donde el

cliente sin abrir la caja del juguete puede visualizar como queda armado con solo pasarlo por una pantalla lectora. **Video Lego Digital Box:** <https://www.youtube.com/watch?v=jFA7AQuOsjo>

**8. Blockchain:** Es una tecnología que permite almacenar transacciones de manera descentralizada, es decir almacena de forma segura en una gran cantidad de servidores. Utiliza técnicas avanzadas de matemáticas basadas en la criptografía. Esta tecnología ha sido utilizada en la moneda digital denominada *bitcoin* y se podrá utilizar para un sinnúmero de tipos de transacciones de compraventa y almacenaje de datos confidenciales.

Según se menciona en el estudio, para comprender como afectan estas tecnologías hay que considerar el beneficio para los negocios y de qué manera transforman el proceso actual, lo que se puede hacer con estas nuevas tecnologías y en qué grado de madurez se encuentran y menciona que la mayoría de ellas estarán en uso total en un lapso de 2 a 5 años.

México se encuentra en un punto de avance en todos los sentidos, el uso del comercio electrónico crece sobre todo en las nuevas generaciones, mismas que impulsarán y en algún momento exigirán el uso de las nuevas tecnologías para realizar compras seguras y para emprender ellos mismos nuevos negocios innovadores.

Entonces más allá de imaginar el futuro en un auto volador o bueno ¿por qué no?, si, imaginemos que estamos en un auto volador realizando compras desde el tablero de nuestro automóvil y desde el mismo tablero vamos climatizando nuestra casa para que al llegar ya esté en la temperatura que nosotros decidimos desde lejos, parece película de ciencia ficción y sin embargo no es tan lejano como parece (quizá con lo de los autos voladores sí, pero lo demás no).

Al menos a corto plazo si podemos imaginar un futuro donde podemos realizar la compra de lo que queremos sin preocuparnos por la seguridad informática, no tendremos la incertidumbre de que nuestro producto llegará tal como lo pedimos y será fidedigno a lo que vimos en el sitio web donde realizamos nuestra compra y nuestro hogar podrá ser perfectamente automatizado conforme vayamos adquiriendo los beneficios que las nuevas tecnologías nos ofrecen ¡**todo al alcance de un botón!**



Asociación Mexicana de Internet. 2014. Dispositivos móviles: hábitos del consumidor mexicano. [https://www.asociaciondeinternet.mx/images/Estudio\\_Dispositivo\\_moviles\\_2014.pdf](https://www.asociaciondeinternet.mx/images/Estudio_Dispositivo_moviles_2014.pdf)

Riquelme, R. 2016. 10 tecnologías emergentes que facilitarán nuestras vidas. *El Economista*: <http://eleconomista.com.mx/tecnologia/2016/08/01/10-tecnologias-emergentes-que-facilitaran-nuestras-vidas>

World Economic Forum. 2017. *Shaping the Future of Retail for Consumer Industries*. World Economic Forum: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-retail-for-consumer-industries>

# UNA PROBADA DE CIENCIA

*CosmoSapiens*

Horacio Cano Camacho



**D**e vez en vez surgen libros que tratan de enmendarle la página a Darwin en torno a la evolución. La mayoría de éstos son choros ideológicos que simplemente pretenden descalificar algo que en general no entienden. Pero hay otros que corresponden a análisis cuidadosos de la evidencia, que tratan de responder las muchas preguntas pendientes y abiertas por la teoría de la evolución.

El trabajo cumbre de Darwin no es un dogma en el que debemos simplemente creer, en realidad es una teoría abierta a nuevas preguntas y nuevos enfoques de estudio. Los planteamientos de Darwin han sido plenamente confirmados por la biología posterior, sin embargo, no hay ningún límite para que surjan instrumentos nuevos, técnicas más precisas o un cuerpo de conocimientos más completo que nos obliguen a revisar de tanto en tanto varios aspectos de la teoría a la luz del estado del conocimiento. Esto no desacredita ni a Darwin ni a su propuesta, por el contrario, es una cualidad de la ciencia: la necesidad de revisarse a la luz del conocimiento nuevo y la posibilidad de cambiar de ser necesario. Es lo que llamamos la dialéctica de la ciencia.

*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.  
hcano1gzi@mac.com*

Así llegamos al libro que ahora recomendamos, que creo debe ser leído y analizado con el espíritu de la ciencia. Se trata de "Cosmosapiens" de John Hands, editado en español por La Esfera de los Libros (ISBN 9788491640417). El subtítulo es muy revelador de sus pretensiones *La evolución humana desde los orígenes del universo*. Se trata de una obra muy ambiciosa: contar en un libro una historia que abarca más de *trece mil setecientos millones de años* desde el origen de la materia a la aparición de la vida en la Tierra, pasando por la evolución de las especies y por el surgimiento de la conciencia humana: ¡Nada más!

Encuentro muy pretencioso su objetivo, una tentación enciclopédica, sin embargo, lo intentó y lo cuenta de manera ágil y de fácil lectura. Comienza por el origen y evolución de la materia a la luz de lo que sabemos y lo que no sabemos.

Por supuesto que el autor está conciente que mucho de "lo que sabemos", sobre todo en los confines del tiempo, en realidad forma parte de hipótesis que, al menos por el momento, no estamos en posibilidades de probar. Pero como ya lo dije, esto no va en detrimento de la ciencia. Ésta se basa en evidencias y en hipótesis susceptibles de ser comprobadas. La comprobabilidad puede ser de dos tipos: la actual, que se sustenta en que disponemos de conocimientos e instrumentos que permiten verificar, mediante evidencias, las conjeturas que planteamos como un intento de explicación de un fenómeno; y la comprobabilidad futura, sea por que carecemos de los instrumentos adecuados o por que el cuerpo de conocimientos actuales no alcanza para explicar un fenómeno, pero estamos en posibilidad de contar con ambos recursos en algún punto del futuro.

De manera que el lector no debería espantarse con lo que el autor contrasta sobre lo que realmente sabemos y lo que sólo nos explicamos mediante aproximaciones teóricas.

Si la empresa sobre el origen de la materia resulta muy compleja, la siguiente sección no es menos tortuosa. Se trata del origen y evolución de la vida. El autor pasa a describir porqué la vida pudo aparecer en la Tierra, qué se requiere para este proceso. Pero si pretendemos saber cómo surgió la vida, primero tenemos que aclarar bien qué es la vida. Y esta tarea es colosal, a pesar de que tratemos con un fenómeno tan evidente. Aquí tal vez John Hands asume posiciones

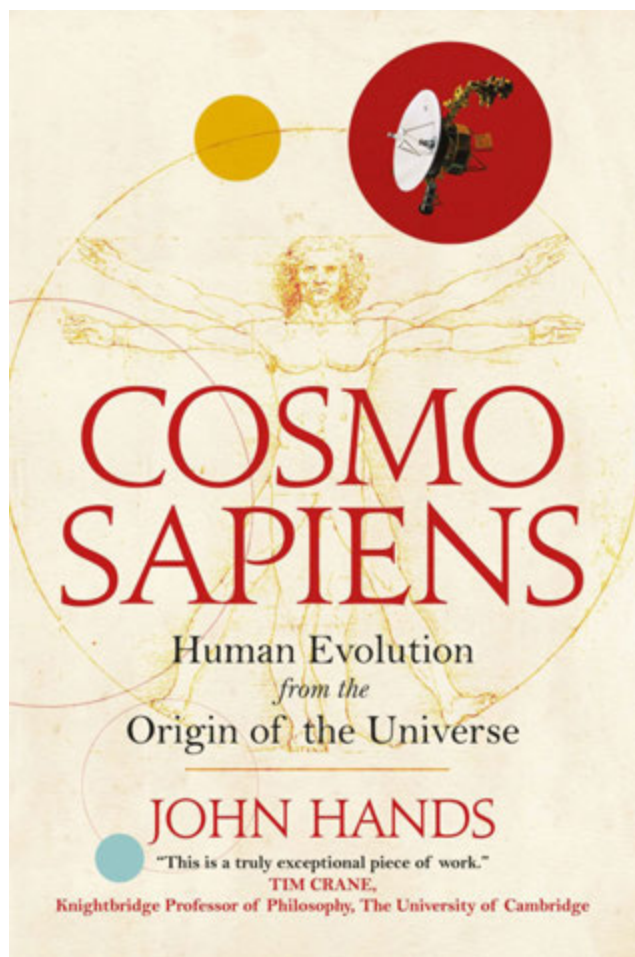
muy vagas y la inclusión de las ideas manejadas por la pseudomedicina como un intento de abarcarlo todo y usar sus conceptos para contrastarlos deja un cierto sabor de boca amargo. Como si el autor, aunque él mismo lo niegue, quisiera darle sentido a toda esta charlatanería. En fin, los riesgos de ser tan pretencioso.

Llega así al punto verdaderamente interesante del libro y la parte acaso más polémica: el origen de las especies. El autor cuestiona la "originalidad" de la idea de Charles Darwin, y recuerda cómo ideas previas y contemporáneas allanaron el camino a *El origen de las especies*. "Darwin minimizó las contribuciones de los demás para reivindicar como propias las ideas de la evolución biológica". Un afirmación claramente controversial, sobre todo cuando revisamos la muy basta correspondencia de Darwin en donde se puede probar que conocía y reconocía el trabajo de sus predecesores y sus contemporáneos, como Alfred Wallace.

Claramente existen muchos nuevos enfoques a preguntas derivadas del Origen de las especies, y algunos de estos enfoques pretenden resolver las dudas que el mismo Darwin ya establecía acerca de sus explicaciones. Un tema de mucha atención en el mecanismo gradual de cambio que Darwin proponía contra las evidencias de cambios, mucho más rápidos y repentinos que se observan ahora. Algo como gradualismo (Darwin) vs cambios rápidos (sus críticos serios), tales como el "equilibrio puntuado" de Stephen Jay Gould y Niles Eldredge sobre cambios inesperados y súbitos.

De cualquier manera debemos entender que Darwin no es un profeta y además, la ciencia de su tiempo no podía explicar todo. No existía la genética, ni la biología molecular, la genómica y la epigenética y por supuesto, en época de Darwin nadie sabía de la existencia de los genes y la naturaleza del material de la herencia. Darwin era un verdadero científico y la teoría de la evolución es, ya lo dijimos, una teoría epistemológicamente abierta que soporta muy bien estos y otros cuestionamientos.

Hay que leerse *Cosmosapiens* y contrastar con otros textos sobre Darwin, como los escritos por Richard Dawkins. Es sano y es deseable contar con argumentos contrapuestos. De cualquier manera, dudo que este libro cuestione o niegue a Darwin como muchos han querido ver. Hace preguntas alrededor de temas aún no bien entendidos. Esto es ciencia, recuerde, no es magia o religión...



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## *Seguridad alimentaria*

Arcaeli Gabriela Andrade Servín e Hilda R. Guerrero García Rojas



*M.C. Arcaeli Gabriela Andrade Servín es estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable (DODESU).  
agandrade@fevaq.net*

*Dra. Hilda R. Guerrero García Rojas es Profesora investigadora tiempo completo, ambas de la Facultad de Economía, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, **ONUAA** o más conocida como **FAO** (por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization*), es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre, y es la que de manera global se encarga de conocer en qué países se tiene una seguridad alimentaria.

¿Pero, qué es **Seguridad Alimentaria**?

Este término fue definido durante la Cumbre Mundial de la Alimentación y la Agricultura en 1996, considerando lo siguiente:

«existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos

y nutritivos, para satisfacer sus necesidades alimentarias y preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana»

El concepto anterior involucra los siguientes puntos: 1) la oferta de alimentos debe ser adecuada, es decir, que los tipos de alimentos disponibles en el país, en los mercados locales y, en definitiva, en los hogares, deben ajustarse a la cultura alimentaria o dietética existente; 2) la oferta disponible debe cubrir todas las necesidades nutricionales desde el punto de vista de la cantidad (energía) y la calidad (proporcionar todos los nutrientes esenciales, como vitaminas y contenido de yodo); 3) los alimentos deben ser de buena calidad en lo que se refiere al gusto y la textura.

Por tanto, la seguridad alimentaria consiste en que todo individuo tenga en todo momento acceso al alimento de buena calidad y en suficiente cantidad para realizar sus actividades diarias.

### Seguridad alimentaria en México

Dentro de la Constitución Mexicana de los Estados Unidos Mexicanos, en los Artículos 4 y 27 se considera a la alimentación como un derecho fundamental de todos los mexicanos. En el Artículo 4 (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/articulos/4.pdf>) se refiere a "garantizar, satisfacer las necesidades de alimentación, salud, educación y esparcimiento de los niños y niñas para asegurar su desarrollo integral".

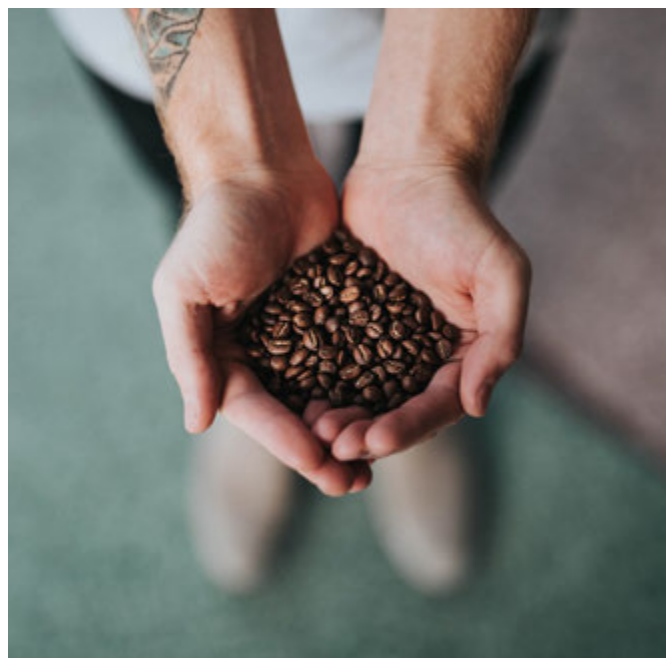
El Artículo 27 (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/articulos/27.pdf>) establece que "el desarrollo rural integral y sustentable tendrá entre sus fines que el Estado garantice el abasto suficiente y oportuno de los alimentos básicos que la ley establezca".

Si los mexicanos se alimentan de la mayoría de los alimentos que componen la canasta básica (Cuadro 1), se dice que si existe una seguridad alimentaria.

Cuadro 1: Componentes alimentarios de la Canasta básica según la Secretaría de Desarrollo Económico (2018).

Cereales	Galletas, harina de maíz, harina de trigo, pan dulce, pan de caja, tortilla de maíz
Granos y semillas	Arroz, frijol y lenteja
Hortofrutícolas	Guayaba, limón, manzana, naranja, papaya, plátano, toronja, aguacate, ajo, calabacita, cebolla, col, chayote, chícharo, chile poblano, chile serrano, ejote, espinaca, lechuga, nopal, papa, pepino, jitomate, tomate verde, zanahoria
Cárnicos	Pollo, carne de cerdo, carne de res, carnes procesadas (salchicha, jamón, chorizo), pescado y mariscos
Abarrotes	Aceite, atún, azúcar, café soluble, canela, chocolate, huevo, leche condensada, leche en polvo, pastas para sopas, pimienta, sal

Afortunadamente, en nuestro país, por su ubicación geográfica, se cuenta con una gran gama de diversos productos, por lo cual, en nuestro país se cultivan y cosechan todos los productos que componen la canasta básica e incluso es uno de los principales exportadores de frutas y verduras. Además, cabe resaltar que en México es muy fácil tener acceso a los diversos alimentos, ya sea por adquirirlos en los diversos centros comerciales o mercados locales.



SaberMás

FAO. (1996). *Necesidades de alimentos y crecimiento de la población. Documentos Básicos. Cumbre Mundial sobre la Alimentación. 13-17 de noviembre, Italia. Roma*

<http://www.fao.org/docrep/X2051s/X2051s00.htm>

Urquía-Fernández, N. 2014. *La seguridad alimentaria en México. Salud Pública de México, 56(Supl. 1):92-98.*

<http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5171/10161>

# LA CIENCIA EN EL CINE

## ¿Cuándo el futuro nos alcance?

Horacio Cano Camacho



La ciencia ficción (CF) es un género cuyo nombre no termina de convencer a todos. El epíteto "ciencia ficción" puede llevar a confusión a muchos con el hecho de que se trata de literatura, no de ciencia. El nombre se lo dio el escritor y editor Hugo Gernsback en la revista *Amazing Stories* (Historias maravillosas) en 1926 cuando indicaba que "las historias publicadas en su revista se basan en relatos de *Scientifiction*..."

La CF es una literatura formada por narraciones en las que el elemento principal es la especulación imaginativa. Un pregunta constante es ¿qué pasaría si...? La CF es una narrativa eminentemente especulativa que, junto a nuevas alternativas en el mundo de las ideas, incorpora el "sentido de lo maravilloso", la inevitable sorpresa del lector ante los nuevos mundos, personajes, sociedades que el género propone.

De manera que la CF no pretende generar conocimiento, incluso muchas veces trata sobre temas y elementos contrarios a la ciencia, pero el hecho de que la ciencia nos niegue estas posibilida-

*Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
hcano1gz1@mac.com*

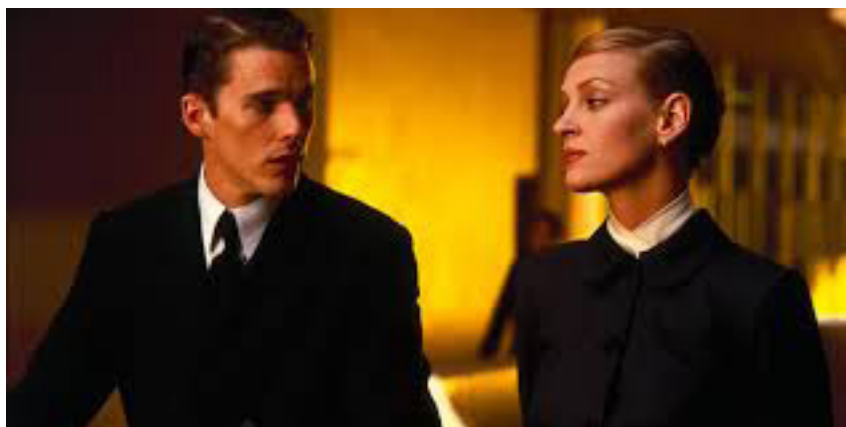
des no impide que sea factible especular sobre ellas u otras parecidas... Y aquí es donde radica su mayor atractivo. Tanto la literatura de ciencia ficción, como sus derivados (el cine, la televisión, los videojuegos) tratan de envolvernos con sus historias. Y son precisamente las maravillas las que atraen a los jóvenes que se interesan fácilmente por su temática y contenidos, encontrando en sus contactos con la ciencia ficción motivos de diversión al tiempo que suscitan una reflexión original y prometedora.

De manera que en esta sección de *Saber Más* frecuentemente hablamos de películas de este género, por la posibilidad de usarlas de pretexto para introducirnos en el mundo de la ciencia, además de hacernos pasar muy buenos ratos. El poder de reflexión que puede generar en el auditorio es considerable.

Así llegamos a la película que hoy tratamos: **GATTACA** del director Andrew Niccol. Niccol es un cineasta de Nueva Zelanda que se dedicaba a crear comerciales hasta que saltó a la fama como guionista en Hollywood. Sus textos fueron muy bien acogidos y llevados al cine por directores famosos como en *La terminal*, *The Truman Show*, *El señor de la guerra*, *Simone*, etc. En 1997 logró cierto éxito como director con su primera película **GATTACA**, una distopía centrada en la ingeniería genética en una sociedad futura.

Niccol ha tenido como director una carrera irregular, con películas buenas a secas y algunos bodrios. Pero podemos trazar una tendencia o por lo menos un estilo en su quehacer: El impacto de la tecnología en la vida de la gente. Y es una visión pesimista. Su visión y muchos de sus temas fueron retomados luego por *Black Mirror*, la serie anti tecnológica que ya hemos comentado en *Saber Más*.

Niccol no es un especialista en biología molecular o ingeniería genética, pero de alguna manera logró, en **GATTACA**, recrear muchos de los miedos sociales a las aplicaciones de la biología molecular. Esta disciplina de la biología trata del estudio de todos los procesos que le acontecen a nuestras células en su nivel más básico, la información. Los seres vivos somos el resultado de reacciones químicas. Miles de compuestos sencillos son transformados en moléculas más complejas que nos construyen y la energía que se requiere para producirlas viene también de la conversión química de estas moléculas. La vida puede definirse como un sistema químico autosostenible capaz de evolución darwiniana, en términos más estrictos



tos como la conjunción de información y energía.

La información que soporta la vida está representada por un grupo de macromoléculas muy sencillas llamadas ácidos nucleicos, el ácido ribonucleico (ARN) y el desoxirribonucleico (ADN). Todo lo que nosotros somos, anatómica, funcionalmente e incluso en comportamiento está contenido y es dirigido por estas moléculas (los famosos genes), de manera que para alterar de una manera "estable" y heredable una cualidad resulta indispensable modificar la información genética, es decir, la contenida en el ADN.

**GATTACA** trata de un futuro en donde podemos modificar (editar) a elección las cualidades de cualquier persona luego de su concepción, modificando por encargo sus genes. De manera que la sociedad va dividiéndose entre los humanos que eligieron adecuadamente su combinación genética de los que no lo hicieron y dejaron al puro azar (como ocurre en la naturaleza) esta misma combinación. Esta elección de nacimiento genera una élite de humanos empoderada y excluyente de personas "perfectas" en su anatomía, fisiología y resistencia frente a las enfermedades.

El nombre de la película no tienen sentido alguno, y solamente hace referencia a una secuencia cualquiera del ADN formado por la combinación de más de tres mil millones de "ladrillos" de guanina (G), adenina (A), timina (T) y citosina (C) y es un guiño a la manipulación del material genético en una época en donde no se había terminado de secuenciar el genoma humano ni se pensaba en la posibilidad de la edición genética a gran escala, de allí el gran poder especulativo de la cinta y que la ha vuelto perdurable en el mundillo de la CF.

La película está muy bien realizada, con un gran homenaje al "brutalismo" arquitectónico de los años 60's con edificios que exhiben el hormigón crudo y las formas limpias. Este diseño escénico resulta inquietante y tal vez sea una referencia al escéptico mundo de la ingeniería genética del futuro que se anuncia. La dirección de arte corrió a cargo de Jan Roelfs y le mereció una postulación al Premio Óscar. La música no se queda atrás, Michel Nyman hace una banda sonora bellísima y embriagadora.

Las actuaciones de Ethan Hawke y Jude Law con dos trabajos más que estimables, que dotan de fragilidad a sus dos personajes son de llamar la atención. Uno modificado genéticamente, el otro llamado a vivir

cuesta arriba por una “mala” elección genética de sus padres. Inquietante, ¿no lo cree?

¿Por qué rescatamos en *Saber Más* esta película que solo se exhibe ahora en circuitos de cine de clubes universitarios y a través de DVD, Blu Ray y sistemas de *streaming*? Viene a cuento por una noticia que se publicó hace unos días en la prensa internacional. Todo indica que un grupo de científicos chinos crearon los primeros bebés modificados genéticamente.

el virus del SIDA, también pueden alterar el funcionamiento normal de genes o por sí mismos matar a las células invadidas.

Hasta ahora no existe manera de curar estos defectos. La vía sería “corregir” la secuencia dañada o bloquearla a voluntad. Pero no existía alguna técnica para hacerlo. En los años 90’s del siglo pasado se intentó experimentalmente el uso de virus para insertar en el genoma la secuencia correcta que restaurara una función perdida o supliera una

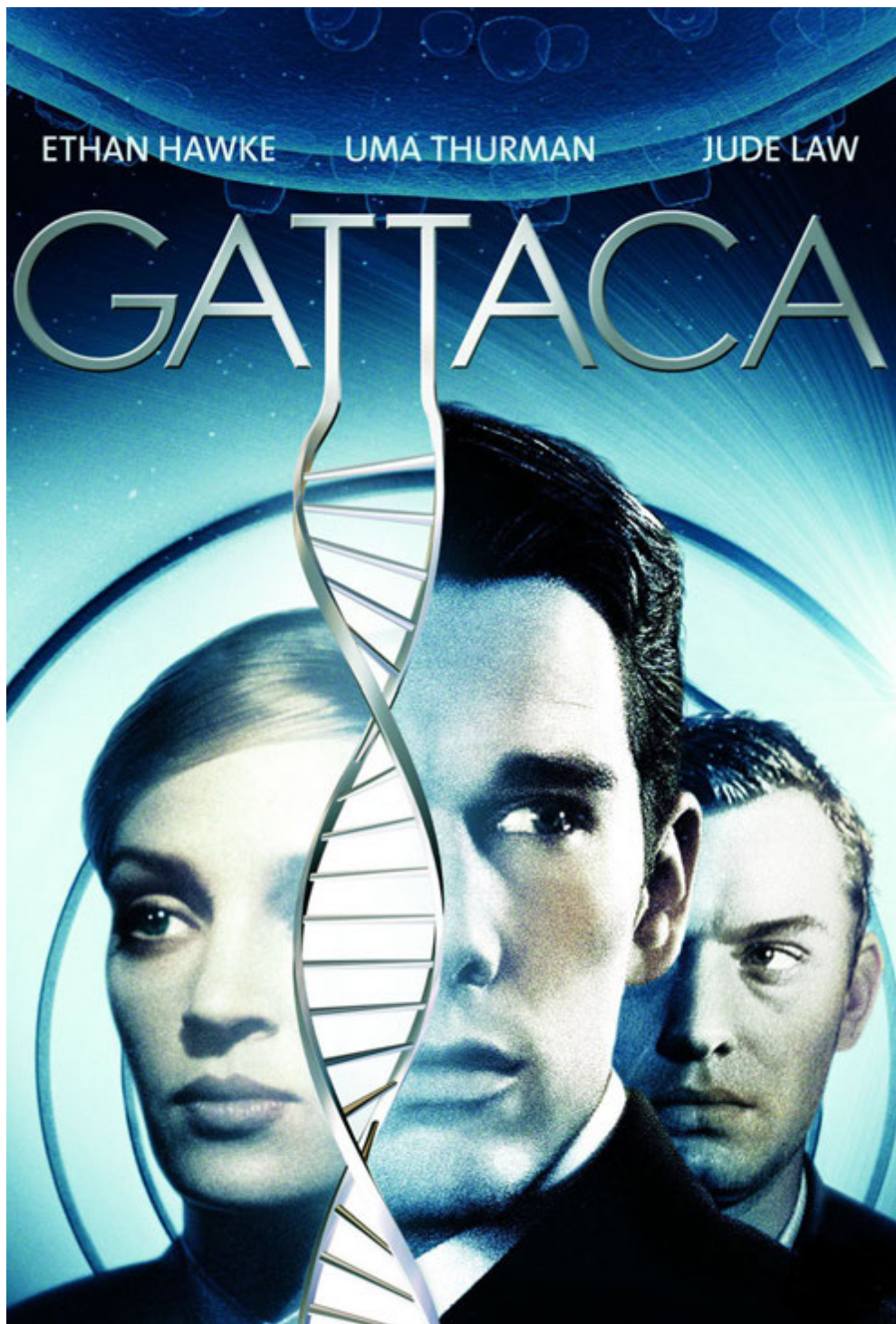
carencia. Sin embargo, no se pasó de la experimentación ya que el proceso era sumamente azaroso, inespecífico e implicaba el uso de virus modificados. Esta suerte de “terapia genética” no ha avanzado significativamente.

La cosa cambió en 2012 cuando dos científicas (Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna) publicaron un artículo en el que usaron una maquinaria natural presente en las bacterias como mecanismo de defensa contra el ataque de virus y conocido desde 1987 para cortar cadenas de ADN y reemplazarlo por otras. La idea fue “programar” secuencias específicas del otro ácido nucleico participante en el control genético (ARN) para remover o cortar regiones específicas y en su lugar “meter” una a voluntad.

La técnica, conocida como CRISPR/Cas9 (algo así como “repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas”), pronto mostró su potencial para lograr lo que la terapia genética había intentado sin éxito: localizar una secuencia dañada o que fuera necesario remover y eliminarla específicamente, como una tijera “inteligente”

y precisa, y luego incorpora otra secuencia en su lugar, es decir, editar el genoma. No es el propósito de este artículo discutir o explicar la técnica, pero basta decir que es uno de los descubrimientos más prometedores en la biología moderna.

De manera que los chinos dicen que usaron esta técnica para modificar embriones a los que se les trató con CRISPR para inactivar un gen vincula-



¿De qué se trata el experimento y por qué resulta tan controvertido? Muchas enfermedades que nos aquejan tienen un sustrato genético. Es decir, su causa se encuentra en nuestros genes. Mutaciones que dañaron una secuencia y dañaron su función, o crearon daños en su expresión. Otras enfermedades, en particular las producidas por virus que se insertan en nuestro propio ADN, como



do en la entrada del virus del SIDA a las células que infecta. Luego, los embriones fueron implantados en la madre mediante reproducción asistida y se desarrollaron dos niñas, a decir de los supuestos responsables, que nacieron bien y libres de la posibilidad de enfermarse de sida.

CRISPR es efectivamente una tecnología muy esperanzadora en la lucha contra las enfermedades genéticas, sin embargo, su uso práctico está aún lejano (¿o estaba?), porque la edición genética es experimental, no está probado que sea segura y a o largo de los años se han identificado en las pruebas de laboratorio, mutaciones inespecíficas, que podrían inducir incluso cáncer. Estamos apenas comenzando en este campo y es probable que las dudas puedan ser positivamente satisfechas y los obstáculos técnicos superados pero en este momento, de ser cierto, el experimento chino puede ser una completa irresponsabilidad, cuyas consecuencias es difícil medir.

La parte deseable del CRISPR es que nos dota de un mecanismo para modificar el genoma, restaurando funciones perdidas y en medicina es una muy buena perspectiva. Pero nos pone delante de un gran conflicto ético y socioeconómico. Claramente se trata de una violación a las reglas de conducta ética que se ha ido generando en los grupos de investigación: no hacer experimentos en embriones viables, no probarse en humanos hasta no estar seguros de sus consecuencias y consultar a los grupos

de ética antes de emprender cualquier aventura. En este caso estaríamos ante un verdadero escándalo.

La cuestión es que el CRISPR ha demostrado que se puede usar no solo en células embrionarias, sino también en células somáticas, lo que abre la posibilidad de cambiar genes en cualquier persona. De hecho, ya se han publicado modificaciones de ésta y hay ya otras técnicas, incluso más precisas. Positivamente, podríamos curar muchas enfermedades, pero hablando de aspectos negativos, estaríamos en posibilidad de alterar "a pedido" otras cualidades genéticas.

Los experimentos, citado por los chinos, afirman que han "tratado" a varias parejas en donde el padre es portador del VIH (virus del sida) y es probable que ya existan en camino más niños modificados genéticamente.

¿Quién tiene acceso a esta tecnología aún en experimentación?, ¿quién nos dice que la tentación de modificar otras características no exista junto al poder económico? La ausencia de regulación abre caminos insospechados y el hecho de hacerlo en secreto –de creerles a las autoridades chinas- es más preocupante, estaríamos en la antesala de la condición representada en **GATTACA**.

La edición genética a esa escala solo era una ilusión de los biólogos moleculares y tema de películas de CF, sin embargo, al parecer ya está aquí de alguna manera y el futuro ya nos alcanzó lo que una vez más remarca el poder especulativo del género.



# EXPERIMENTA

## Cohete de bolsa de té

Fuente: <https://www.etapainfantil.com/experimentos-increibles-ninos>

### Necesitas

- \* Bolsita de té
- \* Bandeja o plato
- \* Tijeras
- \* Encendedor

### Pasos

Paso 01.- Corta con las tijeras un lado de la bolsita de té para abrirla por la parte superior. Corta también el hilo.

Paso 02.- Extiende la bolsita y retira el té que hay en su interior.

Paso 03.- Cuando esté completamente vacía, dale la forma de un cilindro, ahuecando su interior, y colócala en la bandeja sobre uno de sus extremos.

Paso 04.- Con el encendedor, enciende la bolsita por la parte superior hasta que empiece a quemarse.

Paso 05.- Espera hasta que la bolsita se queme un poco y salga "volando".

### ¿Qué pasó?

Cuando la mitad de la bolsita se ha quemado debe empezar a ascender lentamente. Esto sucede ya que la bolsita de té pesa muy poco, por lo que cuando se empieza a quemar el aire que se encuentra en la parte superior, se calienta y genera una corriente de aire interna que la hace ascender. Mientras más se quema, más rápido asciende, impulsada por la propia fuerza de gravedad.



Fuente: <https://www.etapainfantil.com/experimentos-increibles-ninos>



# Psitácidos Mexicanos

Idea original, textos e ilustraciones: Sofía Wence

En esta ocasión, se encontraba Mei y Ayame en el jardín de la casa de su abuelita.



Mira! Qué bonito perico!

En realidad no es un perico, es un loro de corona lila.



¡Como sea! ¡Está precioso!



Precisamente ésa es, muchas veces, su perdición.

¿A qué te refieres?

Dada su belleza, es común que sean saqueados de su hábitat y los famosos "pajareros" aprovechen su comercialización ilegal como mascotas. Los más famosos son precisamente los loros, los pericos y las guacamayas



En México existen 22 especies, de las cuales 10 están en peligro de extinción

que pertenecen a la familia de aves llamada Psitácidas. Y su popularidad aumenta al imitar la voz humana



¿Y no podemos simplemente liberarlos?

No es tan simple, no sabemos a dónde pertenecían originalmente, y si los liberamos sin más, podemos alterar su evolución propia.



Aunque... Ahora que lo recuerdo... Pudieron lograrlo con el Guacamayo Azul.



¿En serio?!

Sí. Basta con un poco de sangre o una pluma incluso. Mediante biología molecular, se obtienen marcadores específicos del ADN del individuo



que describan genéticamente a las poblaciones, se comparan con las de los individuos en cautiverio y así pueden ser devueltos a su hogar.



Eso es genial, pero, sin duda, nada se compara a verlos en la naturaleza.

Así es.

¡Ya sé! ¿Por qué no vamos un día a Brasil a verlos?

No necesitamos ir tan lejos, en la Península de Yucatán hay muchos.

Ahora es tu turno de no contribuir a su venta y admirar su belleza en libertad.

Sofía Wence



Foto: Gerardo Guzmán Aguilar