

# Saber más

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

Año 4 / No. 23

ISSN:2007-7041

## ¿De dónde viene tu perro?

El origen de los perros domésticos



■ El niño sin sueño, ¿Un problema de salud?

■ ¡Cuidado!: libres y radicales

■ Aceites vegetales: su importancia en la salud

■ Las Quinolonas: Una Historia de Antibióticos Sintéticos

■ La envoltura de la vida



latindex

e-revist@s  
Dialnet

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Coordinación de la Investigación Científica
- [www.umich.mx](http://www.umich.mx) ■ [www.cic.umich.mx](http://www.cic.umich.mx)
- [webcicumsh@gmail.com](mailto:webcicumsh@gmail.com) ■ [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com)

ISSN 2007-7041



772007

704007

# Contenido

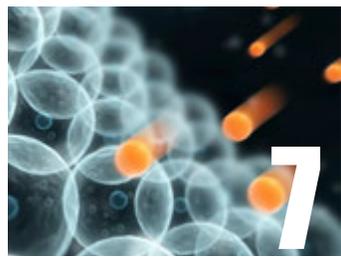
## Secciones

- ENTREVISTA **22**
- ENTÉRATE **25**
- TECNOLOGÍA **28**
- 31** UNA PROBADA DE CIENCIA
- 33** LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS
- 34** LA CIENCIA EN EL CINE
- 36** EXPERIMENTA

## Artículos

- El niño sin sueño, ¿Un problema de salud? **4**
- ¡Cuidado!: libres y radicales **7**
- ¿De dónde viene tu perro? El origen de los perros domésticos** **10**
- Aceites vegetales: su importancia en la salud **14**
- Las quinolonas: una historia de antibióticos sintéticos **17**
- La envoltura de la vida **19**

## Portada



**Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo****Rector****Dr. Medardo Serna González****Secretario General****Dr. Salvador García Espinosa****Secretario Académico****Dr. Jaime Espino Valencia****Secretario Administrativo****Dr. Oriel Gómez Mendoza****Secretario de Difusión Cultural****Dr. Orlando Vallejo Figueroa****Secretario Auxiliar****Dr. Héctor Pérez Pintor****Abogada General****Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado****Tesorero****C.P. Adolfo Ramos Álvarez****Coordinador de la Investigación  
Científica****Dr. Raúl Cárdenas Navarro****Director****Dr. Rafael Salgado Garciglia***Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de  
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.***Editor****Dr. Horacio Cano Camacho***Centro Multidisciplinario de Estudios en  
Biotecnología, Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.***Comité Editorial****Dr. Raúl Cárdenas Navarro***Instituto de Investigaciones Agropecuarias y  
Forestales, Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.***Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez***Instituto de Física y Matemáticas  
Universidad Michoacana de San Nicolás de  
Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.***Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas***Instituto de Física y Matemáticas, 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.***Dr. Carlos Cervantes Vega***Instituto de Investigaciones Químico Biológicas,  
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****M.C. Cederik León De León Acuña****Diseño****L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo****C.P. Hugo César Guzmán Rivera****Correctores****Frida Angela Sosa Ruiz****Edén Sarai Barrales Martínez****Administrador de Sitio Web****C.P. Hugo César Guzmán Rivera****Podcast****M.C. Cederik León De León Acuña****Mtro. Luis Wence Aviña****Mtra. Alejandra Zavala Pickett**

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 4, No. 23, Septiembre- Octubre es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, www.sabermas.umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 31 de octubre de 2015.

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.

Si le preguntamos a cualquier persona sobre cuál es el animal con el que tienen más empatía, seguramente responderá que con el perro. Este animal está indisolublemente ligado a nosotros, a nuestra historia y nuestra propia evolución. Es difícil mirarnos sin la compañía de estos animales.

Pero además de la identidad familiar, con esos animales tenemos una relación aún más compleja. Hace algunos años visité una exposición en Madrid sobre la evolución y el aporte de Darwin. Una muy buena exposición he de decir. En una sala se mostraba como el humano ha intervenido el proceso, moldeándolo, en muchos casos de acuerdo a sus propios intereses. Precisamente se mostraban los cráneos de varias "razas" de canes. Era evidente que si le mostrásemos esos mismos cráneos a quien no supiera de que se trataba diría que eran muchas especies distintas, o qué tienen que ver el cráneo de un San Bernardo junto a un Chihuahua o un Xoloitzcuintle junto a un Bulldog. Sin embargo, todos pertenecen a la misma especie, modificada y alterada por nosotros. ¿Pero quién pensaría que lobos y zorros son más cercanos a nuestras mascotas de lo que suponemos?

¿Cómo se originó esa relación con los canes? ¿ocurrió en los antiguos campamentos de recolectores y cazadores humanos? ¿qué papel jugó la alimentación y la empatía

desarrollada entre humanos y perros o sus ancestros? ¿esa domesticación es mutua? De todo esto nos habla el artículo de portada que nos habla sobre el gran misterio de la domesticación y la función de las relaciones sociales entre humanos y perros.

Como siempre en Saber más, tenemos muchos temas interesantes como el que trata de los trastornos del sueño en el niño. No se crea, es difícil diferenciar cuando se trata de niños cansados de cuando hay un verdadero problema. El artículo respectivo es muy ilustrativo, cómo identificar y diferenciar estos problemas y qué hacer para atenderlos.

Frecuentemente estamos escuchando de los radicales libres, pero qué son, por qué son importantes y por qué muchos nos dicen que son de cuidado. Lea nuestro artículo para salir de dudas e incorporar nuevos conceptos a nuestro quehacer cotidiano. Después de esto podremos decidir en consumir antioxidantes...

Y para seguir con la comida, otros invitados constantes en nuestras conversaciones, sobre todo de los adultos: los lípidos, en particular una versión conocida por todos, los aceites vegetales, qué son, por qué son importantes y cómo diferenciar los sanos y recomendables de los no tan buenos. En este mismo tenor, en Saber más hablamos de otros conocidos nuestros, pero muy desconocidos a decir del mal uso que hacemos de ellos. Se trata de una de las herramientas más útiles en la salud, los antibióticos, que en esta ocasión nos hablan de su historia. Sin duda un tema en que todos debemos adentrarnos.

Hoy tenemos un tema un poco extraño, pero que seguro nos ilustrará sobre la naturaleza de la vida. Se trata de un artículo que habla de las membranas, esa capa de lípidos que rodea todas las células y sin cuya estructura y función, la vida no existiría. Decía que es un tema raro, pero de una importancia, literalmente, vital.

Tenemos una entrevista con uno de los investigadores más jóvenes y notables de nuestra universidad que nos cuenta sus vivencias y cómo surgió su interés en este maravilloso mundo de la ciencia. También nos habla de sus pasiones en el deporte y en su trabajo. Vale la pena conocerlo.

Como siempre, nuestras secciones fijas rebosan interés: tecnología, libros, cine, noticias y experimentos. Un número muy completo que vale la pena leer de principio a fin, para saber más...

Dr. Horacio Cano Camacho  
Editor de **Saber  
más**

# EL NIÑO SIN SUEÑO ¿UN PROBLEMA DE SALUD?

Ricardo Ávalos Plata y  
Alma Delia Ramírez Díaz



Cuando un niño dice que no tiene sueño, generalmente los familiares piensan en cualquier cosa, menos en que el niño tiene algún trastorno cerebral que le quita el sueño y que éste, podría ser el inicio de un verdadero problema de salud que lo perseguirá por el resto de su vida.

En realidad, el sueño es un mecanismo reparador del cuerpo, que regula los procesos de crecimiento y funcionamiento del ser humano, sin embargo, para que estas funciones se realicen, el sueño debe ser de calidad. Existen dos tipos de sueño: el sueño superficial, que no es nada reparador ya que el niño escucha y siente el entorno; y el sueño profundo donde se produce la desconexión con el medio, es cuando inicia el sueño reparador, los sueños y las pesadillas. Por cierto, si el niño se despierta en esta fase del sueño, se encontrará confuso y desorientado, pero si continúa dormido su mente y su cuerpo serán reparados.

Hay tres tipos de alteraciones del sueño: en el primero, el niño no puede conciliar el sueño, este trastorno es conocido como insomnio; en el segundo, el niño tiene dificultad para mantener el sueño durante toda la noche; y en el tercero, el niño tiene invertido su ciclo de sueño - vigilia (dormido - despierto). Este último puede traer consigo la consecuencia más temida, la muerte del niño, ya que al quedarse dormido durante la comida el pequeño se puede asfixiar y perder la vida.

Por otro lado, los trastornos del sueño suelen dividirse en dos grandes grupos: en el primero, se encuentran las disomnias, que son alteraciones

en la cantidad, calidad y horarios del sueño en las que se encuentran el insomnio, la hipersomnia o exceso de sueño, las piernas inquietas o la parálisis del sueño entre otros; el segundo grupo, se refiere a las parasomnias, que se caracterizan por acontecimientos o conductas anormales asociadas a las fases del sueño y momentos de transición en el sueño – vigilia, como los terrores nocturnos, las pesadillas, la pectoriloquia o hablar dormido, el sonambulismo y el bruxismo que es el rechinar de dientes durante la noche.

En consecuencia, si el sueño del niño es inadecuado podemos encontrar un niño cansado, inquieto, apático, agresivo, con disminución de la memoria, miedos, alucinaciones o ataques de locura, que pueden llevarlo a un verdadero trastorno de conducta, que lo alejará de sus actividades escolares, familiares y sociales.



*“Niño dormido durante el día-despierto durante la noche, disminuye su rendimiento escolar”*

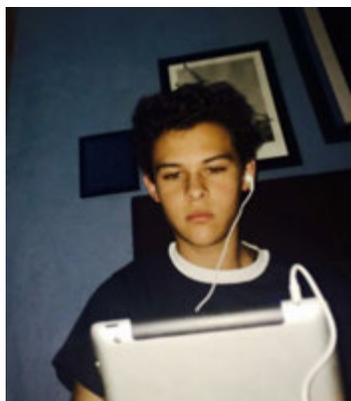
## ¡Pero alto: no todos los niños sin sueño tienen algún trastorno del sueño!

También existen los malos hábitos para dormir, que son generados por la propia familia y que incluso, en la mayoría de las veces se realizan sin darse cuenta. Entre estos hábitos se encuentran:

- La hora de dormir tardía de alguno de los padres.
- El compartir la recámara con los padres o los hermanos e incluso compartir la cama.
- La temperatura inadecuada de la habitación: ya que el frío o el calor dificultan el sueño.
- Tener distractores dentro de la recámara como televisores, radios o ventiladores.

Es muy importante que los padres le crean al niño cuando éste dice que no puede dormir, que verifiquen las condiciones del ambiente y propicien las condiciones necesarias para inducirlo al sueño. Si una vez que se han modificado los malos hábitos para dormir, el pequeño continúa con alteraciones del sueño como insomnio, despertares frecuentes durante la noche, sonambulismo, movimientos continuos de la piernas, rechinar de dientes, hablar dormido o tiene sensación de ahogo, pesadillas, terrores nocturnos con sudoración y somnolencia, entonces el niño deberá ser llevado con un especialista, ya que con certeza se tratará de un trastorno del sueño que requerirá un tratamiento multidisciplinario.

## ¿Pero cómo tratar el trastorno del sueño?



Una vez que se haya identificado el trastorno del sueño, el tratamiento se divide en 2 fases:

La **primera fase del tratamiento** se realiza por parte del psicólogo, que tiene como objetivo establecer disciplinas tanto a los padres como a los niños mediante

algunas restricciones como las siguientes:

1. Evitar que el niño permanezca dormido durante el día, acortar las siestas o incluso suspenderlas, dormirlo temprano y levantarlo por la mañana para

incorporarlo a la actividad escolar y física.

2. No consumir bebidas azucaradas, café, chocolate o té, después de las 7 de la noche ya que éstas estimulan la actividad cerebral y evitan la relajación del niño. Además, esta medida disminuirá las idas al baño durante la noche.

3. Restringir el uso de equipos móviles como tablets, ipads y celulares, después de las 7 de la noche, sobre todo evitar los juegos de combate. Inducir a la lectura es una buena opción, pero se debe evitar que el niño siga leyendo después de la hora acordada para dormir “por muy bueno que sea el libro”.

4. Promover técnicas de relajación, que incluyen meditación, musicoterapia y rutinas de yoga o tai-chi, actividades que cansan al niño e inducen la relajación mental y mejoran la comunicación familiar.



En seguida se da inicio a la **segunda fase del tratamiento**, que corresponde al médico pediatra, quien identifica el trastorno del sueño, corrobora si existe enfermedad asociada como la diabetes mellitus, la obesidad, el asma, el déficit de atención o la epilepsia entre otras. Dependiendo del resultado, trata o canaliza al niño a otras especialidades y de no existir otra enfermedad, envía directamente al niño con el neurólogo pediatra, quien a su vez realiza los estudios de electroencefalografía y tomografía, necesarios para el diagnóstico neurológico y tratamiento inicial o definitivo del niño.

En efecto, el diagnóstico y tratamiento de los niños con trastornos del sueño requiere un trabajo en equipo, donde no solo los profesionales de la salud son los responsables, también involucra una participación activa de la familia del niño con este padecimiento. Debemos mencionar que en México solo existe una clínica especializada en los trastornos del sueño, sin embargo, cualquier psicólogo, pediatra o neurólogo pediatra pueden hacer un diagnóstico oportuno y dar orientación para que el niño reciba una atención adecuada.



En el estado de Michoacán, el departamento de neuropediatría del Hospital Infantil de Morelia, cuenta con un servicio de electroencefalografía y tomografía axial computarizada de alta calidad, además de un equipo multidisciplinario altamente especializado en los trastornos del sueño que atiende a la población infantil en general.

En resumen, diremos que el 25 a 30% de los niños menores de 8 años en México presentan algún trastorno del sueño, que del 45% de la población mundial que presenta trastornos del sueño, solamente la tercera parte busca ayuda, pero que la mayoría inició con su padecimiento en la niñez y han vivido su vida con una serie de trastornos que afectan su calidad de vida.

Actualmente la medicina moderna en México nos brinda la oportunidad de contar con herramientas diagnósticas que permiten identificar los trastornos del sueño en niños incluso a edades muy tempranas y sin duda la creación de nuevas clínicas del sueño darán como resultado niños más sanos y con sueño.

**Para Saber más:**

López Munguía F. 2011. Consenso y guía de práctica clínica de la asociación psiquiátrica mexicana para el tratamiento del insomnio. <http://apalweb.org/docs/insomnio.pdf>

Masalam P, Sequeida J, Ortiz CM. 2013. Sueño en escolares y adolescentes, su importancia y promoción a través de programas educativos. Rev. Chil. Pediatr. 84(5): 554-564. <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v84n5/art12.pdf>

Moya García C. 2011. Guía de práctica clínica de los trastornos del sueño en la infancia y la adoles-

cencia. Ministerio de sanidad, calidad social e igualdad.6-255.

<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheaderna me1=Content-disposi-tion&blobheadername2=cadena&blobheadervalu e1=filename%3DVersi%C3%B3n+resumida.pdf&blobheaderva-lue2=language%3Des%26site%3DPortalSalud&b lob-key=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352 812946602&ssbinary=true>



El Dr. Ricardo Ávalos Plata es Neurofisiólogo pediatra y la Dra. Alma Delia Ramírez Díaz es Pediatra con Maestría en Salud Pública. Son profesores de la Escuela de Enfermería y Salud pública de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

# ¡CUIDADO!: libres y radicales

Rodrigo Martínez Espinosa

¿Has pensado por qué envejecemos? ¿Por qué el médico te recomienda no fumar o cuáles son los beneficios de las vitaminas que consumes? Te sorprenderá saber que éstos y muchos otros temas tienen un factor común, algo que es inevitable pero que podemos controlar: Los radicales libres, principalmente las especies reactivas de oxígeno.

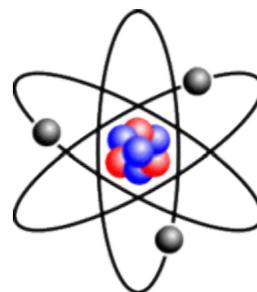
Hoy por hoy es común que en anuncios comerciales de alimentos, bebidas y de productos de belleza, hasta en boca de médicos y científicos, escuchemos términos como radicales libres, antioxidantes y oxidación. Sin embargo, más allá de inducirnos a tomar un alimento, ejercitarnos, comprar una crema o dejar de fumar ¿realmente sabemos qué significan estas moléculas libres y radicales? y ¿sabemos cómo nos afectan? En el presente artículo podrás tener las respuestas a estas interrogantes.



## Radicales libres y especies reactivas de oxígeno

Como sabemos, la materia está constituida por átomos, que se pueden agrupar para formar

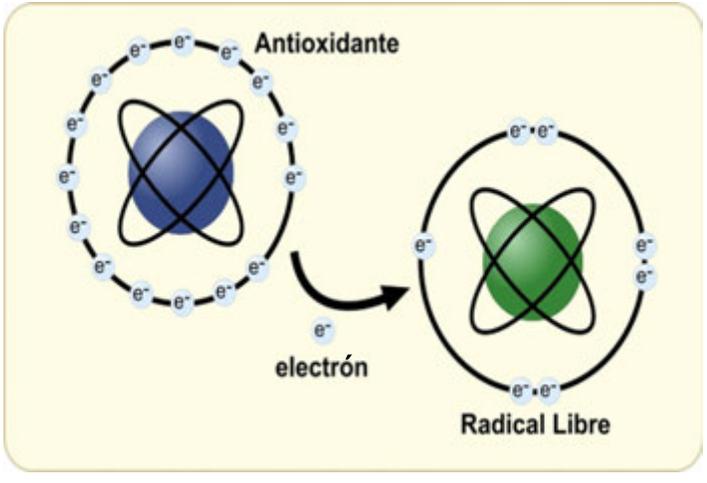
moléculas. Los átomos a su vez están formados por tres partículas sub-atómicas principales: neutrones, protones y electrones. Mientras que los dos primeros se encuentran en el núcleo o centro del átomo, los electrones están alrededor de éste. Podemos imaginarlo de manera similar a los sistemas planetarios, donde el planeta sería el núcleo con los neutrones y protones y las lunas que lo orbitan serían los electrones que giran en torno al núcleo. Generalmente los electrones se encuentran en parejas (electrones apareados), lo que mantiene a la molécula estable. Bajo algunas circunstancias, la pareja de electrones se puede separar, es decir, quedar desapareados. A los átomos o grupos de átomos que contienen un electrón desapareado dentro de su estructura, los conocemos como Radicales Libres.



Al contener un electrón desapareado, los radicales libres son inestables, lo que aumenta su capacidad para reaccionar químicamente con otras moléculas. Los radicales libres pueden originarse en diversas circunstancias, por ejemplo, con la exposición a la luz ultravioleta (UV), por productos químicos altamente oxidantes (que quitan electrones a una molécula) o altamente reductores (que agregan electrones).

Uno de los principales agentes oxidantes al que estamos expuestos es el oxígeno, en particular en su forma molecular ( $O_2$ ). Esta molécula, presente en el aire que respiramos, es capaz de tomar o perder electrones y transformarse en una Especie Reactiva de Oxígeno (ERO), radicales libres que son capaces de reaccionar rápidamente con otras moléculas como proteínas, lípidos y hasta el ADN, causando la ruptura o alteración química de éstas, produciendo un mal funcionamiento celular. Es curioso que el oxígeno, siendo tan necesario para la vida, tenga un potencial tóxico tan grande. El oxígeno es esencial, pero daña lentamente a los organismos vivos; a este hecho se le conoce como "la paradoja del oxígeno", relacionado con el envejecimiento y la muerte celular.

radicales libres, principalmente durante la respiración celular, donde el oxígeno participa en la producción de energía. Muchos de estos radicales no alcanzan a dañar a nuestras células debido a las defensas antioxidantes, moléculas que pueden ser producidas por las propias células o que provienen de nuestra dieta. Estas moléculas son capaces de transformar a los radicales libres en moléculas estables, generalmente mediante la adición de un electrón (reducción química), reduciendo o evitando el daño a las células. Existe fuerte evidencia de que es, en parte, debido a este daño por radicales libres que los organismos envejecen, perdiendo funciones celulares y causando enfermedades.

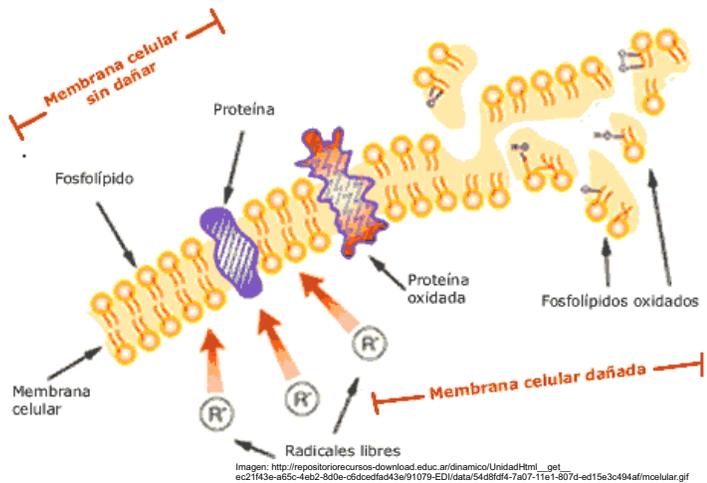


Las fuentes de radicales libres mucho más peligrosas, y que debemos evitar, son las exógenas, por ejemplo, la radiación solar (en particular los rayos UV), los compuestos tóxicos del cigarrillo, así como otros contaminantes ambientales, los cuales son importantes fuentes de radicales libres. Diversos estudios demuestran que las infecciones por diversos microorganismos y la obesidad son estados en donde también existe un aumento descontrolado de radicales libres.

Evitar la exposición excesiva al sol, no fumar y mantener una dieta sana, son factores que ayudarán a mantener un control de la producción de los radicales libres, particularmente las especies reactivas de oxígeno.

### Los peligros para la salud de los radicales libres

Cuando la producción de radicales libres supera los mecanismos antioxidantes, diversas enfermedades ocurren como cáncer, diabetes y alteraciones cardiovasculares. También los radicales libres están asociados a muchas patologías en el ser humano, como son los procesos reumáticos, patologías de tipo gastroentéricas, renales, hepáticas, neurológicas, endocrinas, broncopulmonares y enfermedades como Parkinson, Alzheimer y Huntington. Dependiendo del lugar en donde se forman los radicales libres y de las moléculas que afecten, será la enfermedad que se desarrolle. Es importante destacar que los radicales libres no son los únicos causantes de dichas enfermedades, también están relacionados factores como la genética, el estilo de vida y agentes químicos, biológicos y físicos externos.



### ¿De dónde vienen los radicales libres?

Existen muchas fuentes de radicales libres, por ejemplo, los organismos vivos aerobios (que utilizan oxígeno) entre los cuales nos encontramos los seres humanos, producen constantemente

## ¿Cómo combatirlos?

Los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o contrarrestar, al menos parcialmente, el daño que producen los radicales libres, ya que tienen la capacidad de ceder fácilmente un electrón sin producir una especie reactiva ni un radical libre. Otra característica importante de los antioxidantes es que actúan a concentraciones relativamente bajas, son clasificados en dos grandes grupos: i) Los antioxidantes enzimáticos, moléculas proteicas producidas por los organismos que son capaces de contrarrestar a las especies reactivas de oxígeno. Ejemplos de estas enzimas son la superóxido dismutasa, la catalasa y la peroxidasa; ii) Los antioxidantes no enzimáticos, que en general son cualquier compuesto químico que tenga actividad antioxidante y que no sea una enzima. Los antioxidantes no enzimáticos son de naturaleza química variada y provienen de muy diversas fuentes, desde la síntesis endógena (en el propio organismo) hasta las fuentes alimenticias y los obtenidos por síntesis química. Algunas de las principales moléculas con esta actividad son el glutatión, la tioredoxina, la vitamina C, la vitamina A, la vitamina E y los carotenoides.

Para prevenir el daño causado por los radicales libres existen dos estrategias básicas, la primera será estar alejado de las fuentes exógenas, como los rayos UV, cigarrillo y químicos. Por otro lado, podemos tener una dieta equilibrada, rica en alimentos que contienen antioxidantes, como frutas, verduras, té y café. Seamos conscientes que un estilo de vida saludable consiste en un equilibrio entre los diferentes tipos de nutrientes, incluidos los antioxidantes.

## Para saber más:

Konigsberg-Fainstein M. 2008. Radicales libres y estrés oxidativo: Aplicaciones médicas. México Manual Moderno.

<http://www.ebiblioteca.org/?/ver/44430>

Boveris A. 2002. Medwave. Radicales libres y antioxidantes en salud humana.

<http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3608>

Avello M. y Suwalsky M. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea No. 494.

[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-04622006000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-04622006000200010&script=sci_arttext)

Maldonado-Saavedra O. y Col. 2010. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas Rev Med UV, Julio – Diciembre.

[https://www.uv.mx/rm/num\\_anteriores/revmedica\\_vol10\\_num2/articulos/radicales.pdf](https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol10_num2/articulos/radicales.pdf)



El Dr. Rodrigo Martínez Espinosa es Profesor en la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, departamento de Bioquímica. Profesor en la Universidad Anáhuac Norte, Facultad de ciencias de la salud. Consultor científico de Laboratorios Kamberg.

# Portada

# ¿De dónde viene tu perro?

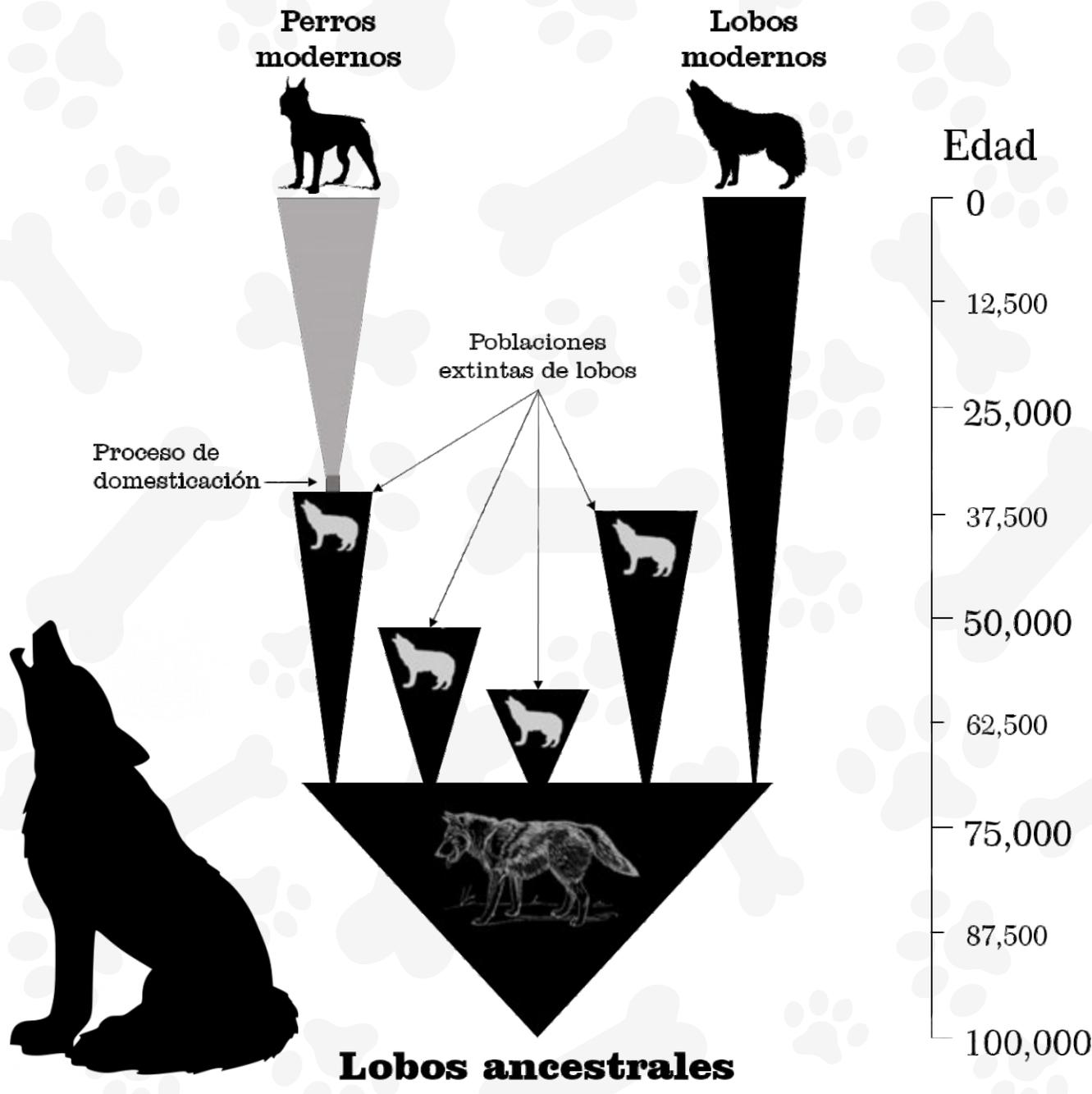
El origen de los perros domésticos  
Roberto Díaz Sibaja





Los perros son los animales domésticos ubicuos por excelencia. Han estado presentes en el mundo humano desde hace tanto tiempo, que pocas veces nos detenemos a preguntarnos sobre su origen. Las culturas más antiguas conocidas ya tenían perros, tal y como atestiguan sus vestigios arqueológicos. Hay grabados de perros procedentes de civilizaciones Mesopotámicas con más de 12,000 años de antigüedad y en todas las civilizaciones antiguas se conocen perros domésticos, algunos compañeros de caza otros, hechos dioses. Y no sólo están representados en arte antiguo y los mitos, también hay restos arqueológicos de perros que anteceden a la agricultura y por ende, al sedentarismo. El más viejo conocido es el perro de Altai descubierto en la cueva Razboinichya, ubicada al sur de Siberia, Rusia, con 33,000 años de antigüedad.

Toda la vida en la tierra evoluciona y todas las formas de vida tienen un ancestro ¿cuál es el ancestro del perro? Gracias a estudios anatómicos, de conducta, de química sanguínea y recientemente genéticos y genómicos; sabemos que el ancestro del perro es el lobo (*Canis lupus*). Pero antes de que nos pase lo que a Darwin y “el mono como ancestro del hombre”, déjeme clarificarle estimado lector que no me refiero a lobos vivos, no. Los perros descienden de poblaciones antiguas (y extintas) de lobos que ya eran lobos y no otra especie. De ahí que hoy, el perro se clasifica como una subespecie de este cánido boreal, específicamente como *Canis lupus familiaris*, etimológicamente el “perro lobo familiar”. La búsqueda genética entre las poblaciones modernas de lobos para encontrar a la



población ancestral de los perros fue un fracaso. Por ello, los científicos comenzaron a buscar entre las poblaciones extintas, tomando muestras de ADN antiguo de los fósiles y analizándolo. La premisa básica de estos análisis es medir el grado de disimilitud entre diferentes secuencias genéticas y estimar su tiempo de divergencia dada una tasa de mutación conocida. Los lobos extintos conocidos más cercanos al origen de los perros son los que habitaron la Península de Taimyr, Siberia. Gracias al análisis del material genético de estos lobos del Pleistoceno (la “era de hielo”), sabemos que **el origen del perro se sitúa entre hace 34,900 y 33,000 años antes del presente.** El canon anterior era mucho más joven e indicaba un origen hacia 10,000 años, hoy sabemos que fue

hace casi 4 veces más que surgió nuestro amigo doméstico. La ventana temporal en la que ocurrió la domesticación fue de “apenas” 1,900 años. Puede parecer poco tiempo, pero si consideramos que hoy, toma cerca de 5 a 10 generaciones “crear” una raza nueva de perro, ¿qué no habrán hecho más de 190? La historia evolutiva de los perros no quedó sellada (en términos genéticos) y se sabe que tiempo después, los ancestros de algunas razas árticas fueron cruzados con lobos silvestres, lo que hace que éstas porten más del lobo que otras razas de perro, específicamente entre un 1.4% y 27.3% de sus genes. Estas razas son el Husky siberiano, el perro de Groenlandia y en menor grado, el Shar-Pei chino y el Spitz finlandés.

El origen del perro no consistió sólo en robar cachorros de lobo y forzarlos a vivir entre humanos. La presión de selección artificial ejercida sobre los ancestros de los perros los diferenció mucho de los lobos. No sólo los cambiamos en apariencia, también alteramos profundamente su comportamiento, su metabolismo e incluso, el funcionamiento de sus cerebros. Un perro, por ende, no es un lobo y no debería ser tratado como tal. A diferencia de los lobos, los perros son neoténicos; es decir, conservan rasgos y comportamientos de cachorro toda la vida. Entre estos rasgos encontramos un hocico corto, ojos grandes, cresta sagital baja, cabeza y cerebro del tamaño de un cachorro de lobo de 4 meses, un pelaje suave, patas relativamente cortas y estrechas, etc. Entre los comportamientos destacan la avidez de jugar durante toda la vida, su docilidad, la capacidad de ladrar como medio primario de comunicación, la necesidad de pedir comida y quizá lo más notable sean las lamidas, pues en los lobos son la forma de inducir a los adultos para que regurgiten alimento. Los descubrimientos más recientes indican que a diferencia del lobo, el perro tiene un metabolismo que le permite digerir eficientemente almidón y que esta capacidad es tan alta como la nuestra, por un proceso de evolución convergente y guiada por selección artificial. Después de todo, un perro no sería exitoso sino pudiera comer lo que come su "familia" humana. Pero el cambio más impresionante es el que tiene que ver con las funciones cerebrales, pues no sólo se han identificado genes asociados a una mayor complejidad cerebral en los perros, también se ha descubierto que un perro, como un niño humano, tienen efectos neurológicos en los humanos adultos que los observan. El perro estimula la liberación de oxitocina (la hormona de la "felicidad") en su dueño y la liberación por parte de éste, hace que el perro libere también esta hormona, creando un circuito similar al que se observa entre padres e hijos, de

tal forma que, en la bioquímica del cerebro, un perro es un hijo más.

Así que ahora lo sabe estimado lector, la domesticación de poblaciones extintas de lobos de la región sur de Siberia, entre hace 34.9 y 33 mil años conllevó profundos cambios morfológicos, conductuales y bioquímicos que nos legaron al más fiel y allegado de nuestros animales domésticos, a nuestros amados perros. ■

### Referencias:

Axelsson, E., Ratnakumar, A., Arendt, M. L., Maqbool, K., Webster, M. T., Perloski, M., Liberg, O., Arnemo, J. M., Hedhammar, A. y Lindblad-Toh, K. (2013). The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature*, 495(7441), 360-364.

Coppinger, R., y Coppinger, L. (2002). *Dogs: a new understanding of canine origin, behavior and evolution*. University of Chicago Press. pp. 311-316.

Druzhkova, A. S., Thalmann, O., Trifonov, V. A., Leonard, J. A., Vorobieva, N. V., Ovodov, N. D., Graphodatsky, A. S. y Wayne, R. K. (2013). Ancient DNA analysis affirms the canid from Altai as a primitive dog. *PLoS One*, 8(3), e57754.

Nagasawa, M., Mitsui, S., En, S., Ohtani, N., Ohta, M., Sakuma, Y., Onaka, T., Mogi, K., y Kikusui, T. (2015). Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science*, 348(6232), 333-336.

Skoglund, P., Ersmark, E., Palkopoulou, E., y Dalén, L. (2015). Ancient wolf genome reveals an early divergence of domestic dog ancestors and admixture into high-latitude breeds. *Current Biology*, 25(11), 1515-1519.



**E**studiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Maestro en Ciencias Biológicas y Biólogo de formación por parte de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paleontólogo y divulgador de la Ciencia y en especial, de la Paleontología.



# ACEITES VEGETALES: Su Importancia en la Salud

Fernando Sánchez Albarrán y  
Rodolfo López Gómez



**D**esde las deliciosas frituras que truenan al ser sumergidas en aceite, hasta los “saludables” aderezos que se ponen sobre las ensaladas, casi toda nuestra comida está relacionada de una u otra forma con el aceite. Pero los aceites no solo están presentes en la mesa, los utilizamos para dar vitalidad y brillo al cabello, para “combatir los signos de la edad”, incluso para conseguir la suavidad en la piel o poniendo el hombro en la lucha contra la dependencia del petróleo, la rueda de la historia humana está engrasada con aceite.

Dejando de lado los derivados del petróleo y los denominados “aceites minerales”, el resto de los aceites son componentes derivados de las plantas, es decir aceites vegetales, los que son extraídos generalmente de la reserva alimenticia de las semillas. Éstos no deben ser confundidos con los aceites esenciales, también producidos por las plantas, en particular por las aromáticas, cuyos componentes son moléculas lipídicas responsables de su olor y con propiedades medicinales.

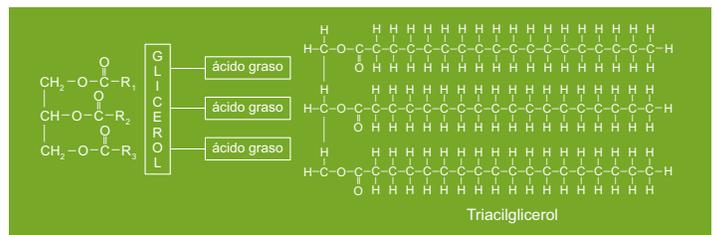
Muchos de los aceites vegetales son una fuente saludable de energía e incluso algunos son considerados esenciales para el funcionamiento del cuerpo humano, ya que son los precursores de hormonas e incluso de algunos neurotransmisores, sin los cuales no lograríamos funcionar, ni sobrevivir.



Existen también aceites vegetales que no son aptos para el consumo humano, pero que han permitido el desarrollo de lubricantes, componentes de cosméticos e incluso son utilizados en la producción de biodiesel.

## Pero a todo esto, ¿qué es un aceite?

Los aceites y las grasas son ésteres de glicerol y tres ácidos grasos. El glicerol es una molécula que posee 3 carbonos y cada uno cuenta con un oxígeno, en esta molécula es donde se unen los ácidos grasos por enlaces denominados tipo éster. Los ácidos orgánicos se representan como  $O_2C-R$ , porque tiene 2 oxígenos dispuestos para el enlace y una cadena (R) hidrocarbonada que puede presentar insaturaciones (dobles enlaces entre carbonos). Es precisamente en la longitud de estas cadenas y en las insaturaciones, en donde radica la diferencia, por esta estructura son denominados triacilglicéridos o triglicéridos, aunque lo más correcto es triacilgliceroles.



Las grasas de origen animal tienen cadenas cortas (de 3-8 carbonos) y medianas (10-16 carbonos), la mayoría son saturadas (sin dobles enlaces); esto las hace sólidas a temperatura ambiente, se les conoce como grasa o manteca.

Los aceites vegetales suelen poseer cadenas más largas (16-24 carbonos) y con una o varias insaturaciones, lo que los convierte en líquidos de alto punto de ebullición. Son precisamente los aceites de cadena larga y con varias insaturaciones (poliinsaturados), los que nuestro cuerpo no puede producir y por ello es indispensable suministrarlos en la dieta; los famosos omega-3 y omega-6 que se promocionan en los productos y les proporcionan un valor agregado, son los más codiciados y que se pueden obtener de productos tan accesibles como semillas y frutos secos (nueces y almendras son ricos en este tipo de aceites).

El ácido graso omega-6 de 18 carbonos cuya fórmula es C 18:2 ω 6, es una molécula con dos insaturaciones o bien con dos dobles enlaces, la letra ω (omega) indica que la posición del primer doble enlace está situado entre los átomos de carbono 6 y 7, que se establece contando los carbonos desde el final de la cadena, es por ello que se le denomina omega-6. También se le conoce como ácido linoleico y es uno de los ácidos grasos indispensables para la vida, debiéndolo obtener de los alimentos, puesto que el organismo es incapaz de formarlo, por ello se le llama esencial. Otro ácido graso poliinsaturado, es el ácido linolénico (C 18:3 ω 3), conocido como omega 3, presenta tres dobles enlaces, con un primer doble enlace entre los carbonos 3 y 4.



Los omega 6 disminuyen el colesterol malo, o de baja densidad (LDL) y los omega 3 disminuyen además los niveles de los triglicéridos, ambos tienen un efecto vasodilatador y antiagregante plaquetario. Estos ácidos grasos son los precursores de otros ácidos grasos de la serie omega 6 y omega 3, como el ácido araquidónico (C 20:4 ω 6), ácido eicosapentanoico (C 20:5 ω 3) y el ácido docosahexaenoico (C 22:6 ω 3), que tienen un papel muy importante en múltiples funciones de la célula, desarrollan un papel importante en la inflamación, en la agregación de las plaquetas, en

el sistema de defensa y son fundamentales en el desarrollo del cerebro y la retina.

## ¿Por qué las plantas los producen?

Los aceites son, junto con el almidón, las principales fuentes de energía para la germinación de las semillas, prácticamente todas las semillas poseen una alta concentración de estos componentes y les permiten sobrevivir a las diferentes condiciones ambientales (sequías y frío invernal), para llegar a germinar y producir una nueva planta. Pero además, hay frutos como el aguacate y la oliva o aceituna, que producen y almacenan aceites vegetales en el mesocarpio, la pulpa carnosa que nos comemos.

Aún existe discusión de la función del aceite en estas plantas, ya que están almacenados lejos de la semilla, sugiriendo que no son indispensables para la germinación de éstas; el consenso actual es que almacenan estos aceites para usarlos como cebo o carnada para que los animales que los consumen dispersen las semillas de estas plantas permitiéndoles diseminarse.

## Fuente de aceites vegetales

Los aceites más comunes provienen de las semillas, así el aceite de girasol, de canola o maíz llegan a nuestra mesa a través de la extracción (mecánica o química) a partir de la semilla de estas plantas; pero como se mencionó anteriormente, también hay aceites provenientes de frutos como el aguacate, la oliva o la palma de aceite. Estos frutos tienen una gran cantidad de aceite en su pulpa y también han sido aprovechados como componentes alimenticios y cosméticos.



Usos Principales	Usos Específicos	Fuentes
Alimenticios	Aceite para cocinar (Doméstico)	Maíz, Girasol, Canola, Aguacate
	Aceite para cocinar (Industrial)	Palma y Coco
	Aderezo	Oliva y Aguacate
	Aditivo (Hidrogenados)	Palma y coco
	Saborizantes	Canela, Cítricos, Menta
Industrial	Biodiesel	Maíz, Colza y Jatrofa
Cosméticos	Humectantes y emulsificantes	Oliva, Aguacate, Almendra, Uva
Medicinales	Se utilizan principalmente aceites esenciales con un bajo contenido de triglicéridos	Lavanda, Romero, Sándalo

## Lo esencial del consumo de aceites vegetales

Nuestra sociedad está inmersa en una moda que rechaza cualquier mención a las grasas y aceites, considerándolos un problema y tratando de eliminarlos de la dieta. En nuestra carrera de productos "light" y bajos en grasas, hemos dejado de lado la importancia del balance y la correcta alimentación, es por ello que observamos problemas de salud relacionados con la falta de ácidos grasos esenciales y actualmente comienza a ser un problema de salud que llega a la clasificación de grave.

Con el bajo consumo de estos aceites, se presentan los primeros síntomas como la debilidad y pérdida de cabello, resequedad y fragilidad en la piel, y existe evidencia que la falta de ácidos grasos esenciales puede llegar a producir problemas cardiovasculares graves que incluyen el aumento en niveles de colesterol y triacilgliceroles, así como arritmias y falla cardíaca. Incluso, pueden observarse efectos a nivel neurológico como el síndrome de déficit de atención o problemas en el desarrollo neuronal en los niños.



Es por esto, que es necesario entender la importancia que tienen los aceites vegetales e incluirlos de manera responsable en nuestra dieta. Como muchos de los problemas de la alimentación humana, el eje del asunto está en balancear la cantidad con la calidad. Es mucho más provechoso comernos unas cuantas nueces sin procesar, que consumir aceites procesados -es mucho más saludable consumir una rebanada de aguacate o algunas aceitunas que gastar mucho dinero en suplementos alimenticios que nos proporcionarán tal vez los mismos aceites esenciales-.

Así, los aceites están a disposición de nosotros y tal vez podamos llegar al día en que seamos capaces de aprovecharlos en todas sus posibilidades, alimenticias, cosméticas e industriales para la mejora de nuestra vida.

### Para saber más:

Agüero DS, Torres GJ y Sanhueza CJ. 2015. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición hospitalaria*, 32(1):11-19. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>.

Rodríguez-Cruz M, Tovar RA, del Prado M, Torre N. 2005. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Rev. Invest. Clín.*, 57(3):may./jun. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ric/v57n3/v57n3a10.pdf>

Valenzuela BA, Sanhueza CJ, Nieto KS. 2002. ¿Es posible mejorar la calidad nutricional de los aceites comestibles?. *Rev. Chil. Nutr.*, 29(1). [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182002029100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182002029100002&script=sci_arttext)

Valenzuela BA, Morgado TN. 2005. Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. *Rev. Chil. Nutr.*, 32(2). [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182005000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182005000200002&script=sci_arttext)

El M.C. Fernando Sánchez Albarrán es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Biología Experimental y el D.C. Rodolfo López Gómez es Profesor Investigador, ambos realizan investigaciones en el Laboratorio de Fisiología Molecular de Frutos del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

# Las Quinolonas

Una Historia de Antibióticos Sintéticos

Víctor Meza Carmen y  
Martha I. Ramírez Díaz

**S**e le conoce como antibiótico o antimicrobiano a cualquier tipo de molécula (sustancia orgánica) capaz de matar a los gérmenes o bacterias (organismo microscópico que puede generar una enfermedad) o inhibir su crecimiento. El descubrimiento de estas sustancias es considerado uno de los eventos más relevantes, relacionados con la salud, en los tiempos modernos. Generalmente los antibióticos son producidos por las mismas bacterias para matar a otros gérmenes. Sin embargo, existe un grupo de antibióticos fabricados enteramente en el laboratorio y por eso son llamados "antibióticos sintéticos". Un ejemplo de éstos son las llamadas "quinolonas", las cuales han generado un considerable interés tanto clínico como científico desde su descubrimiento en 1962. Esto se debe a que, conforme se ha extendido a su uso en la clínica, se han identificado bacterias resistentes a la acción de estos antibióticos. Las primeras bacterias resistentes a quinolonas en ser estudiadas mostraron tener cambios a nivel del material genético (ADN), específicamente en las regiones que tienen la información para la producción de las moléculas (denominadas proteínas)

sobre las que actúa el antibiótico. La historia de las quinolonas comprende hoy día más de 50 años y a lo largo de este tiempo ha surgido una gran variedad de moléculas derivadas de éstas, lo cual ha permitido la obtención de antibióticos con mayor potencia para generar el daño a las bacterias. Sin embargo, de manera paralela al desarrollo de nuevas quinolonas, el número de bacterias resistentes a estos antibióticos también ha ido en aumento.

## Clasificación de las quinolonas

Las quinolonas se clasifican en cuatro generaciones, en función de su desarrollo y actividad contra las bacterias (Figura 1). La primera generación dio inicio en 1962 y está formada por las moléculas sintetizadas inicialmente, nombradas como: ácido nalidíxico y ácido oxolínico. Estos antibióticos se han utilizado en el tratamiento de infecciones de vías urinarias causadas por la mayoría de las bacterias, pero no presentan actividad contra bacterias como *Pseudomonas aeruginosa*, una bacteria oportunista (que habitualmente no afecta

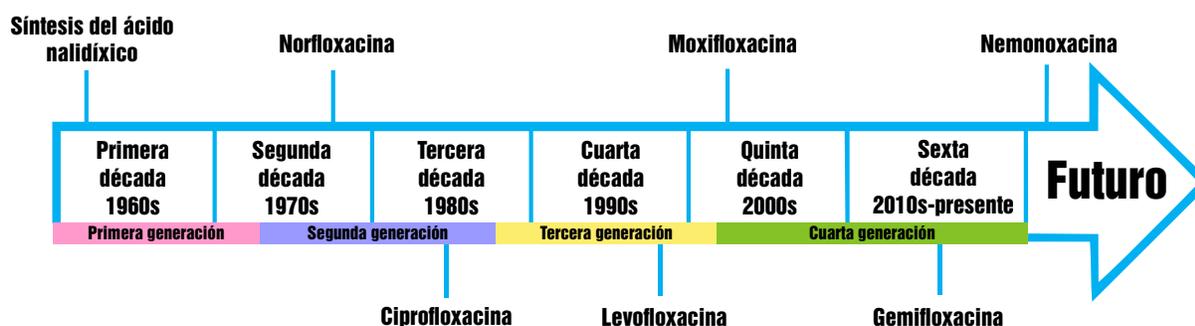


Figura 1. Etapas de desarrollo de las quinolonas.



a las personas con un sistema inmune sano pero en enfermos es capaz de generar un daño o enfermedad). Sin embargo, a pesar de ser un antibiótico sintético, una característica de esta generación fue un rápido desarrollo en el número de organismos resistentes. Se dice que una bacteria ha desarrollado resistencia cuando ésta muestra la capacidad de eliminar, degradar o modificar un antibiótico específico, impidiendo que éste sostenga su capacidad para destruirla o detener su crecimiento.

La segunda generación ha estado disponible desde mediados de 1980 y fue responsable de un enorme cambio en el tratamiento clínico. Estos antibióticos mostraron ser activos contra otros organismos con respecto de la primera generación; adicionalmente, infecciones por *P. aeruginosa* en niños pudieron ser tratadas oralmente con quinolonas de la segunda generación.

La tercera generación se caracterizó por ser efectivas en el tratamiento de infecciones causadas por bacterias denominadas anaerobias (aquellas que mueren en presencia de oxígeno).

Finalmente, las quinolonas de la cuarta generación se caracterizan por su alta potencia contra organismos anaerobios siendo los antibióticos de esta generación de los más empleados en el tratamiento de enfermedades del tracto respiratorio como la neumonía.

En la actualidad, la demanda por quinolonas con mayor actividad y menor resistencia en bacterias ha impulsado el desarrollo de nuevos compuestos, como el caso de nemonoxacina, que actualmente

se encuentra en la fase clínica III, penúltima fase del desarrollo farmacéutico, y que ha mostrado mayor actividad a nivel de laboratorio contra *Staphylococcus aureus* (bacteria causante de infecciones cutáneas) que otras quinolonas como ciprofloxacina.

Sin embargo, el uso exitoso de cualquier antibiótico se ve comprometido, desde que es utilizado por primera vez, por el potencial desarrollo de resistencia por parte de las bacterias contra las que es empleado, no obstante, los antibióticos han revolucionado la medicina salvando incontables vidas, y se considera que su descubrimiento marcó el inicio de una era en la historia humana. Por lo anterior dada la importancia que tienen los antibióticos en el tratamiento de las enfermedades infecciosas es importante evitar la automedicación, así como el abuso de los mismos con el propósito de impedir la aparición de bacterias resistentes.

#### **Para Saber más:**

Organización Mundial de la Salud: OMS.  
<http://www.who.int/es/>  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Quinolona>

El Dr. Víctor Meza Carmen y la Dra. Martha Isela Ramírez Díaz son profesores Investigadores del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



# La envoltura de la vida

Gabriel Espinosa Pérez y  
J. Luis Méndez Montes de Oca

**D**efinir el concepto de vida es un problema que ha intrigado a la humanidad posiblemente desde que el hombre adquirió conciencia. La misma, es difícil de conceptualizar y es tan compleja que para comprender sus cualidades es necesario acercarnos desde diferentes contextos. Nos enfocaremos en los rasgos que caracterizan a los organismos vivos en el marco de la biología molecular:

- Un ser vivo no es solamente la suma de sus componentes químicos, los seres vivos están constituidos de estructuras ordenadas y complejas, hecho que parecería contradecir la segunda ley de la termodinámica que dice que los sistemas tienden al desorden (aumento de entropía). Si un sistema vivo llegase a su estado máximo de entropía dejaría de ser un organismo ordenado y no podría considerarse como un sistema vivo, ya que llegaría a un estado de equilibrio, que implicaría la muerte. La solución a esta aparente paradoja se consigue considerando que los seres vivos no son sistemas aislados, constantemente intercambian energía y materia con su ambiente. Llamamos metabolismo a la absorción y transformación de los nutrientes que los sistemas biológicos obtienen del medio.
- La fabricación de las moléculas necesarias para el funcionamiento de las células, incluso de las bacterias más primitivas requiere una gran cantidad de información, la cual se encuentra en el ácido desoxirribonucleico (ADN) en cada célula de los organismos vivos.

- Las células se originan a partir de células preexistentes mediante división celular. El ADN de la célula original es replicado en la célula “hija”.

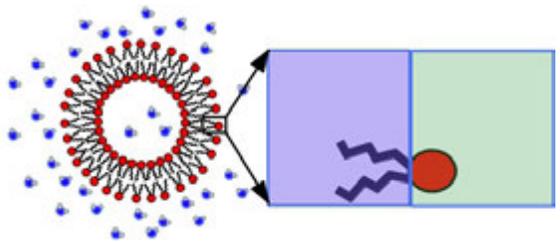
Si un organismo cumple algunas de estas características, pero no todas, no puede catalogarse como ser vivo, tal es el caso de los virus, que por carecer de metabolismo no se consideran organismos vivos. Surge de manera natural la pregunta de si es posible construir un organismo que mediante procesos físicos y químicos cumpla estas funciones.

La célula mínima se define como una célula artificial o semi-artificial que contiene la cantidad de componentes mínima y suficiente para considerarla viva. Las células más simples existentes en la Tierra tienen varios cientos de genes (unidad de información del ADN), y requieren de cientos de proteínas para funciones tales como la aceleración de procesos químicos y el transporte de nutrientes. Esto parece un panorama sombrío para la construcción de una célula mínima, sin embargo, es posible que la complejidad de las células modernas sea resultado de miles de millones de años de evolución. Las células evolucionadas desarrollaron mecanismos de defensa y metabolismo bajo condiciones hostiles, de los cuales podemos prescindir si le proporcionamos a nuestra célula mínima un ambiente rico en nutrientes, teniendo a su alcance las moléculas biológicas necesarias sin que ella tenga que fabricarlas por sí misma. Este panorama no está alejado de la realidad, puesto que asemeja el modelo más aceptado del origen de la vida. En el origen, las moléculas esenciales

para la célula (como los aminoácidos) se formaron en una solución primigenia a partir de grandes cantidades de energía provenientes de las descargas eléctricas producidas en la atmósfera. Así, los intentos encaminados a la construcción de una célula mínima podrían también contribuir a tener un mejor entendimiento acerca del origen de la vida y la evolución.

Se ha estimado que, en un ambiente de condiciones ideales, podría construirse una célula mínima con sólo 46 genes, sin embargo, en este tema, la última palabra la tendrán los resultados experimentales. Pero la vida no es sólo información genética. En bacterias, el ADN representa únicamente el 1% del volumen del organismo. Los sistemas biológicos presentan muchas otras propiedades no genéticas. La auto-organización y la agregación molecular<sup>1</sup> son procesos críticos en las células, que dependen de las propiedades de las membranas que las delimitan.

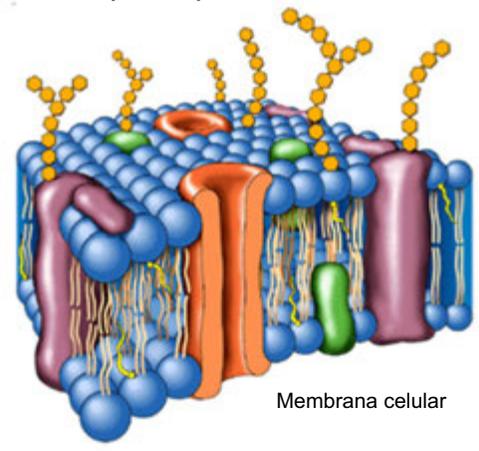
La frontera física de las células consiste de una bicapa (una "pared" cuyo grosor es de dos moléculas únicamente) cuyos tabiques básicos de construcción son los lípidos, se componen también de proteínas, que permiten el transporte de nutrientes y dan rigidez estructural. Estas moléculas presentan una característica muy especial: tienen una región capaz de formar enlaces hidrógeno con las moléculas de agua (llamada *región hidrofílica*) y otra región, que por ser eléctricamente neutra no forma dichos enlaces (*región hidrofóbica*). Esta *doble afinidad* permite que los lípidos en un medio acuoso adopten configuraciones que son estables cuando sus regiones son orientadas de forma apropiada. Una configuración posible, formada a partir de la aplicación de una energía externa es la geometría esférica, con fronteras constituidas de una bicapa como se muestra en la figura 1. Estas estructuras, llamadas *vesículas* o *liposomas* son el modelo experimental más idealizado posible que permite modelar a las membranas celulares.



**Figura 1.** Izquierda: Diagrama esquemático de un liposoma: una membrana formando una estructura esférica conformada por lípidos representados con su cabeza polar o hidrofílica en rojo (*región hidrofílica*) y la parte hidrofóbica de los mismos lípidos esquematizada en forma de colas; la fase acuosa (moléculas azules) está presente dentro y fuera del liposoma. Derecha: Estructura esquematizada de un lípido, se indican las regiones hidrofóbica e hidrofílica de la molécula en las partes morada y verde, respectivamente.

Un fenómeno interesante es observado en membranas constituidas por diferentes tipos de lípidos. Las propiedades químicas individuales hacen que, de manera colectiva en la membrana multicomponente, se presenta un corrimiento en la temperatura de fusión con respecto a la de una membrana unicomponente, la cual está formada por una sola clase de lípidos. Cuando esto pasa, conviven en igualdad de condiciones termodinámicas (temperatura y presión) lípidos en diferentes fases coloidales<sup>2</sup> dentro de la membrana multicomponente. Debido a esto, los lípidos que están en una misma fase se agregan en regiones que se conocen como dominios. Este fenómeno también ocurre en membranas constituidas por un único tipo de lípidos, pero sólo dentro de un rango particular de temperatura y presión, cuando la coexistencia de fases es favorecida.

Otros comportamientos importantes de las membranas de lípidos conciernen a sus propiedades mecánicas, concretamente, a qué tan viscosas o elásticas pueden ser. Las membranas en células vivas se caracterizan por proveer de fuerza estructural a la célula al mismo tiempo que poseen la flexibilidad necesaria para permitir la difusión de proteínas en la membrana. Dominios de lípidos con diferentes fases presentan diferente rigidez. Se piensa que esta propiedad podría facilitar los mecanismos de división celular y es responsable de la forma adoptada por la membrana.



Membrana celular

<sup>1</sup>Auto-organización en el contexto biológico, se alude a la facultad de las moléculas orgánicas de formar agregados y adquirir estructuras específicas como respuesta a la interacción con un medio acuoso. Esto ocurre debido a que muchas moléculas biológicas tienen regiones capaces de formar enlaces hidrógeno con el agua (regiones polares o hidrofílicas) y regiones hidrofóbicas que tienden a ser rechazadas por el agua. Algunos ejemplos de este comportamiento se encuentran en la estructuración de las proteínas, las configuraciones adoptadas por los lípidos, etc.

<sup>2</sup>Estas fases son análogos a las fases atómicas: sólido, líquido, gas y coexistencias. En una fase coloidal los átomos o moléculas son reemplazados por partículas mucho más grandes, de tamaños entre los 4 nanómetros y los cientos de micrómetros, estas moléculas son conocidas como coloides. La dimensionalidad es mayor y, sin embargo, las leyes termodinámicas-estadísticas se conservan



Actualmente es un reto experimental obtener los parámetros mecánicos que caracterizan a las membranas lipídicas, sobre todo de manera localizada para cada dominio. Se requiere de métodos sofisticados y una matemática robusta para determinarlos. La importancia de conocer estas propiedades mecánicas de las membranas tiene una gran aplicabilidad en ciencia básica para conocer fenómenos fundamentales, por ejemplo, elucidar las causas mecánicas de la muerte celular, es decir, controlar el metabolismo celular por medio de membranas rígidas. Al poder controlar este fenómeno que ocurre de manera natural en condiciones normales, podríamos lograr avances en el tratamiento de enfermedades como el cáncer, en donde las células cancerosas se multiplican de manera desmedida. Esta enfermedad afecta a un porcentaje importante de la población mundial. Este tipo de investigación se lleva a cabo en universidades de diferentes países: Cambridge, EUA, Stanford Chemical Engineering, EUA; en diferentes centros de investigación en París, Francia, en la Universidad Complutense de

Madrid en España; en el Max Plank Institute en Postdam, Alemania, entre otros. En nuestro país estos temas son estudiados en la UNAM, Universidad de San Luis Potosí, en la Universidad de Sonora, también en el laboratorio de Biofísica y Sistemas Complejos del Instituto de Física y Matemáticas de la UMSNH mediante diversas técnicas experimentales. ■

#### **Para Saber Más**

Luisi P. L. *The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology*. Cambridge University Press (2010).

Mouritsen, Ole G. *Life – As a Matter of Fat*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2005).

Dr. Gabriel Espinosa Pérez y M. en C. J. Luis Méndez Montes de Oca. Son Profesores del Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Laboratorio de Biofísica y Sistemas Complejos.

Roberto Carlos Martínez Trujillo y Fernando Covián Mendoza



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo

*Realizó sus estudios como Químico-Farmacobiólogo en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).*

*La Maestría en Ciencias en Biología Experimental en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la UMSNH.*

*Su Doctorado en Ciencias: Doctor en Biotecnología; Instituto de Biotecnología/UNAM.*

*Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1996; Nivel II.*

*Premio Nacional de Investigación 2008, Ciencias Naturales, Academia, Mexicana de Ciencias A.C., Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias A.C. (2008)., Miembro Fundador de la Academia Michoacana de Ciencias A.C. (2008)., Premio Estatal de Investigación Científica y Humanística, 2009. Otorgado por el Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Cátedra de Investigación en Ciencias Químico-Biológicas (2013-2014), Fundación Marcos Moshinsky., Primer Título de Patente otorgada a la U.M.S.N.H. (2009).*

**¿Qué sucedió en usted al momento de conocer que había sido seleccionado para recibir el premio de investigación para científicos jóvenes de la Academia Mexicana de Ciencias? ¿Qué emociones tuvo y qué pensamientos?**

**E**n primera instancia, fue una noticia muy grata porque es uno de los galardones más cotizados para los científicos jóvenes. Es también satisfactorio que directamente el presidente de la Academia Mexicana de Ciencias te informe del acontecimiento y, que, aunque reñida la elección, ésta fue la mejor propuesta, ya que cada año participan más de 50 candidatos que son sometidos a una rigurosa revisión por el Comité de Premios.

Es doblemente gratificante el hecho de haber sido, en tiempo, el primer galardonado de la Universidad Michoacana (ahora somos dos), como también sentir que somos competitivos, que este tipo de premios indica que en la Universidad contamos con un nivel importante de calidad, tan bueno como el de otros centros de investigación de prestigio del país.

**Conforme a la convocatoria, fue premiado por su**

**contribución científica y el impacto de su trabajo en el desarrollo del área de las ciencias naturales, ¿Ahora que está investigando?**

El premio esencialmente se otorga por trascendencia científico-académica. Analizan tu evolución como investigador: tu currículo, tu productividad científica, en difusión, en formación de recursos humanos, en desarrollo tecnológico, en patentes. Todo eso cuenta. En mi caso, la contribución científica se basa en el estudio de los mecanismos genéticos que tienen las bacterias, en especial de una denominada *Pseudomonas aeruginosa*. En los últimos 15 años hemos estudiado esta bacteria y contribuido al conocimiento de su metabolismo.

Ahora, encontramos en esta bacteria ciertas moléculas (les llamamos ciclodipéptidos). Son moléculas pequeñas y tienen actividades biológicas muy interesantes. Una de ellas -la primera que encontramos- es promotora del crecimiento vegetal, funciona como una hormona vegetal. Con este trabajo, el tesista de doctorado Randy Ortiz ganó el premio Weizmann-2014 de la Academia Mexicana de Ciencias.

Recientemente, publicamos un artículo en que se determinó que estas moléculas tienen actividad antitumorogénica: inhiben o matan a las células cancerosas. Hemos probado 3 líneas celulares, una de cáncer de mama, otra de cáncer de colon y la tercera de cáncer pulmonar. Lo que se ha encontrado es que éstas son efectivas en la inhibición de esas líneas tumorales. Seguimos estudiándolas, ahora tratando de conocer el mecanismo por el cual están provocando la muerte a esas células cancerosas. Hemos encontrado también que el efecto tóxico que tienen sobre las células cancerosas no es de la misma magnitud que en las células que no son cancerosas.

Otro avance en el estudio de las moléculas de esa bacteria es que las podemos acoplar a nanopartículas de carbono, para que puedan tener un mayor tiempo de vida media y, por consiguiente, pudieran tener un mayor efecto sobre las líneas cancerosas. En ese sentido, trabajamos con profesores de la Facultad de Química en el acoplamiento de estas moléculas con nanocompuestos estructurados de carbono (nanopartículas), con quienes estamos creando una molécula híbrida que será probada sobre cultivos de células cancerosas. Al respecto, resultados preliminares han indicado que sí tienen efecto sobre éstas, lo que resta es ver si les brindan ciertas propiedades adicionales al hecho de que las moléculas estén separadas.

**La primera patente que se otorgó a la Universidad Michoacana fue sobre unas levaduras descubiertas por usted, que se pueden utilizar industrialmente en procesos de fermentación, Bajo su criterio, ¿qué significado tiene para las universidades públicas obtener patentes?**

Esta ha sido otra historia, que corre a la par con los estudios de la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*. Encontramos en ella ciertos genes que se veían involucrados con la tolerancia al etanol, pero esta bacteria no produce alcohol, no es fermentadora. Entonces, extrapolamos ese trabajo con levaduras fermentadoras y encontramos que efectivamente también en levaduras se favorece la tolerancia al etanol. Esto es importante a nivel industrial, porque entre más alcohol sea acumulado en la fermentación, se reducen tiempo y costos de producción. De esa investigación salió esta patente sobre la utilización de una levadura con altas capacidades fermentativas.

¿Qué representa esto para las universidades

públicas? Obtener patentes es un parámetro muy importante para las instituciones universitarias. También es un parámetro de productividad para los investigadores, es de suma importancia como un producto de las investigaciones realizadas en los laboratorios de investigación básica o aplicada. Importantemente, también es un parámetro de retribución hacia la sociedad. ¿Eso cómo se comprueba? haciendo desarrollos tecnológicos o bien patentes, para que la sociedad o los diversos sectores industriales puedan utilizar en sus industrias el conocimiento generado en los centros de investigación.

**Usted se formó como profesionista en la Universidad Michoacana estudiando la licenciatura en la Facultad de Químico Farmacobiología y la Maestría en Ciencias en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas ¿Qué opinión tiene de los avances de los programas de posgrado en esta universidad y de la importancia de estudiar maestría y doctorado en ciencias?**

Creo que entre mejor preparados estén los nicolaitas egresados, éstos serán más competitivos en los diferentes ambientes laborales: educativo-académico, industrial o de servicios. Sí, es muy importante que se siga fomentando la creación de programas de posgrado y la calidad de los mismos.



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo

**¿Qué opina de la divulgación científica, en particular de la dirigida a niños y a jóvenes, difundida por medios electrónicos como es el caso de la revista Saber más que publica la Coordinación de Investigación Científica de esta universidad?**

Es una buena iniciativa, hay que reconocerlo; es algo que nuestra universidad necesita: difundir la ciencia y la tecnología. Aquí en la universidad existe un gran número de investigadores; sin embargo, difícilmente nuestra investigación la conoce la sociedad. Nosotros generalmente escribimos artículos de investigación en inglés y en español, y el lenguaje usado es muy técnico y especializado; sin embargo, poco hacemos para que estos trabajos le lleguen a la gente no experta en esas áreas. De ahí, la importancia de que existan foros de difusión de la ciencia en cuyos medios se traducen esos conocimientos a un lenguaje que la sociedad comprenda fácilmente.

**¿Además de las satisfacciones profesionales directas de la academia y la investigación científica, de manera indirecta cuáles otras ha tenido o qué es lo que espera?**

Son dos las satisfacciones que tengo. Una se refiere a que además de la investigación realizada, también he hecho transferencia de tecnología. Por ejemplo, tenemos trabajos de vinculación con empresas productivas que han utilizado o van a

utilizar algunos de los productos de la investigación generada en la Universidad, para llevarla a la práctica en el campo o la industria. La otra es saber que la formación de recursos humanos que han egresado de la Universidad, y en particular de los programas de posgrado del IIQB, son muy competitivos, ya que se han colocado en el sector laboral en el que han mostrado tener una calidad destacada, lo cual es muestra de un estatus de mayor competitividad.

**¿Cuáles son sus actividades recreativas, independientemente de su trabajo como científico qué le gusta hacer?**

Me gusta mucho hacer deporte. No tengo mucho tiempo para ello, pero cuando lo tengo hago deporte extremo: ciclismo de montaña principalmente. En este deporte he obtenido algunos trofeos a nivel estatal en mi categoría. Es mi distracción también el fútbol, basquetbol, frontón y natación. Es una manera de colateralmente darme salud y despejarme de lo absorbente de esta profesión. Les agradezco su invitación a esta entrevista y espero que pueda servir para difundir lo que hacemos los nicolaitas ante la sociedad. ■



Entrevista - Dr. Jesús Campos García

## Premios Nobel de Ciencias 2015

En los primeros días de octubre de este año, la Real Academia Sueca de las Ciencias dio a conocer los galardonados con el Premio Nobel en las categorías de Ciencias (Fisiología o Medicina, Física y Química), que serán entregados el 10 de diciembre, aniversario de la muerte de Alfred Nobel, quien creó la Fundación Nobel que financia cada año estos premios, además del Premio Nobel de Literatura y del Premio Nobel de La Paz.

**Premio Nobel de Fisiología o Medicina 2015.-** Fue otorgado al irlandés **William C. Campbell** y al japonés **Satoshi Omura**, por descubrir una nueva terapia contra infecciones causadas por lombrices redondas (nematodos). La investigadora china **Tu Youyou** comparte el galardón por su descubrimiento de una nueva terapia contra la malaria.



William C. Campbell

Satoshi Omura

Tu Youyou

Los científicos Campbell y Omura descubrieron un nuevo fármaco, la **avermectina**, que ha logrado reducir de forma radical la incidencia de la oncocercosis o ceguera de los ríos y la filariasis linfática o elefantiasis, además de mostrar una eficacia parcial contra otras enfermedades parasitarias. Por su parte, la científica Yoyou, mostró las bondades de la artemisina, un medicamento derivado de la planta *Artemisia annua*, que ha disminuido significativamente la mortalidad por malaria.

**Premio Nobel de Química 2015.-** Este año fue otorgado al sueco **Tomas Lindahl** del Instituto Francis Crick del Reino Unido, al norteamericano **Paul Modrich** de la Universidad de Duke (EEUU) y al norteamericano de origen turco **Aziz Sancarr** de la Universidad de Carolina del Norte (EEUU), considerados los padres de los mecanismos de reparación del ADN, implicados en enfermedades como el cáncer.



Tomas Lindahl

Paul Modrich

Aziz Sancar

Los investigadores premiados han estudiado los cambios que nuestras células sufren cada día provocados por agentes como el tabaco, las radiaciones solares o los radicales libres, o por la misma inestabilidad del ADN. Lo que los nuevos Nobel de Química descubrieron en sus laboratorios desde los años 70, es que existe todo un sistema complejo de reparación del material genético de las células para impedir que estos cambios se traduzcan en un completo "caos celular".

**Premio Nobel de Física 2015.-** Fue otorgado al japonés **Takaaki Kajita** y al canadiense **Arthur B. McDonald**, dos pioneros en el estudio de los neutrinos, las partículas elementales más escurridizas y ligeras que se conocen. Sus investigaciones recaen en las oscilaciones de los neutrinos, demostrando que estas partículas tienen masa (durante mucho tiempo se pensó que no la tenían). La captura de los neutrinos se obtuvo en el Observatorio de Neutrinos de Sudbury, construido en las profundidades de una mina de Ontario.



Takaaki Kajita

Arthur B. McDonald

Para poder detectarlos e investigar su naturaleza, ha sido necesario disponer de grandes detectores subterráneos, donde se han desarrollado los experimentos liderados por los dos premiados: el detector Super-Kamiokan de Japón y el SNO de Canadá.

Fotografías: A. Mahmoud.  
[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2015/](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2015/)

# Entérate

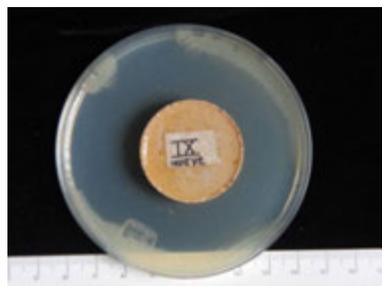


**E**l Doctor en Ciencias José Carlos Rubio Ávalos, adscrito a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), obtuvo la más reciente patente de esta institución

Nicolaita, por la generación de un **Geopolímero Antibacterial**, que ya fue registrado ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI).

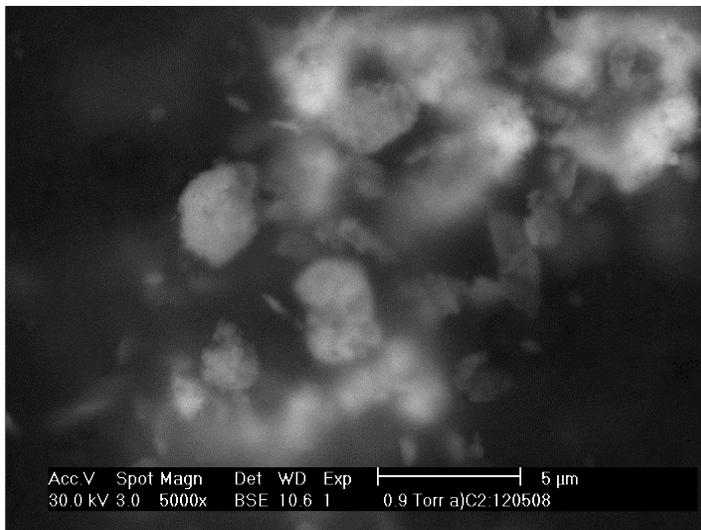
El geopolímero antibacterial, se fabrica a base de arcilla (tierra), arena de mar y agua, formando un material tipo gel, compuesto además por un agente biocida, propiedades que permiten que, en dicho material, las bacterias difundan al interior del gel que, al entrar en contacto con el geopolímero, se adhieren por su alta afinidad a la superficie, y por la difusión existente se eliminan.

El polímero es una resina inorgánica que inhibe el crecimiento de bacterias, levaduras y hongos, que por sus características puede adherirse a superficies metálicas, cerámicas o vidrio y mantener el área libre de microorganismos dañinos para el ser humano.



*Fotografía del geopolímero antibacterial mostrando su alta eficiencia contra bacterias patógenas (antibiograma). La zona transparente alrededor del disco muestra una inhibición total de bacterias, las zonas más alejadas cercanas a la orilla de la caja de petri, color "amarillo suave" muestran una pequeña zona del crecimiento de bacterias, por consecuencia tanto en la superficie del geopolímero antibacterial y unos centímetros alrededor de él no hay crecimiento bacteriano.*

*Fotografía del geopolímero antibacterial mostrando los "Cristales Biocidas" atrapados dentro del material, permitiendo una difusión entre las bacterias y estos agentes, eliminando e inhibiendo su crecimiento.*



*Microfotografía del gel del Geopolímero Antibacterial mostrando los "Cristales Biocidas" atrapados dentro del material, permitiendo una difusión entre las bacterias y estos agentes, eliminando e inhibiendo su crecimiento.*

Es por ello, que este geopolímero antibacterial es una tecnología útil para preservar la asepsia en espacios de los sectores de salud, alimentos y del propio hogar. La aplicación de este nuevo material es útil para mantener un ambiente libre de bacterias en lugares públicos como plazas, hospitales y escuelas, además del uso industrial al utilizarlo en paredes y pisos de fábricas de alimentos y fármacos, ya que puede ser utilizado para la construcción de los pisos y paredes interiores.

Las características de este geopolímero lo hacen diferente a los polímeros convencionales, ya que éstos tienen un efecto impermeable que no permite la interacción con las bacterias, descartando una función antibacterial. En los polímeros tradicionales, los microorganismos permanecen en la superficie y no penetran al interior del material, por lo que no presentan el potencial de eliminarlos.

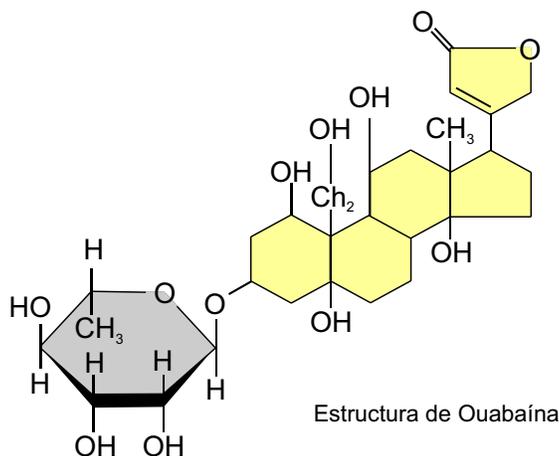
Además de tan novedosas propiedades, la producción de este geopolímero antibacterial es muy barata y es considerado ecológico, debido a que el desecho industrial es agua no contaminante, no libera vapores o compuestos orgánicos volátiles y tiene una duración arriba de los cien años. Su preparación puede realizarse en tan solo 15 minutos, una vez colocado como material de construcción, la superficie está lista para usarse en 24 horas.

Imágenes: Dr. José Carlos Rubio Ávalos



Imagen de [www.conacytprensa.mx](http://www.conacytprensa.mx)

Después de cuatro años de investigaciones, científicos del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) bajo el liderazgo del Doctor en Ciencias Marcelino Cereijido Mattioli, adscrito al Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, descubrieron que la hormona **Ouabaína** tiene propiedades anticancerígenas.



La ouabaína originalmente se obtiene de ciertas plantas como *Strophanthus glaber*, *Acocanthera ouabaio* y *Strophanthus kombe* y ha sido utilizada para envenenar dardos y flechas. Posteriormente se utilizó para curar la hidropesía y en la actualidad se suministra a personas con insuficiencia cardíaca. Una vez que se determinó que la ouabaína tenía afinidad con los receptores humanos, se pensó que debía haber alguna ouabaína endógena, descubriéndose la ouabaína como una hormona producida por el cuerpo humano, fue entonces que los científicos se preguntaron sobre su función.

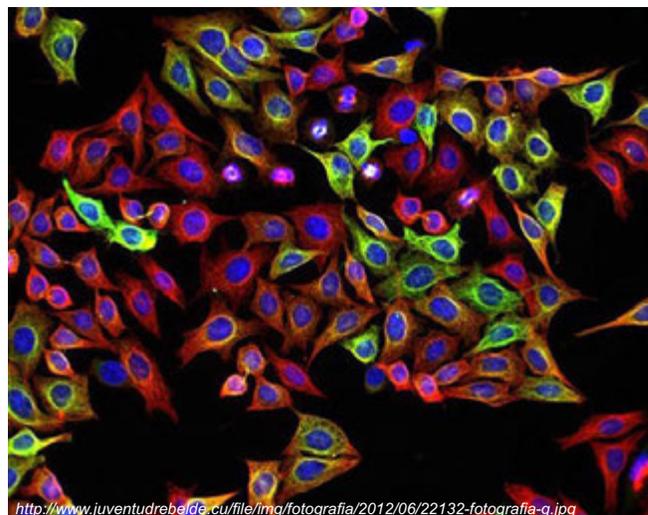
Ahora se sabe que la ouabaína es una hormona secretada por el hipotálamo, la hipófisis y las glándulas suprarrenales, que tiene la función de unir neuronas o células para que entre ellas puedan enviarse señales químicas y comunicarse intensamente con otras cercanas. Esta característica fue el motivo de estudio, probando su efecto en ensayos *in vitro*, constatando su capacidad de

estimular y modificar el intercambio de iones y moléculas que llevan mensajes entre un grupo de células cancerosas.

El efecto anticancerígeno de esta hormona fue estudiado con pruebas de laboratorio con células HeLa, una línea celular cancerosa de útero, revelando que la comunicación entre células ocurre cuando éstas son expuestas a pequeñas concentraciones de la hormona (0.000000001 nM). Los efectos también fueron positivos con células tumorales provenientes de glándulas mamarias.

Los resultados de estas investigaciones enfatizan las propiedades de la ouabaína y podrían ayudar en el tratamiento del cáncer de mama, una enfermedad que provoca 14 mil nuevos casos anuales en México. Además, esto ha permitido establecer diversas conjeturas y conocer que el origen del cáncer podría ser consecuencia de la falta de comunicación entre las células, que influyen en la actividad del organismo.

El siguiente paso es realizar las investigaciones en algún modelo de animal y mostrar los avances a un grupo de expertos cancerólogos, ya que los resultados han sido muy alentadores en esta primera etapa.



<http://www.juventudrebelde.cu/file/img/fotografia/2012/06/22132-fotografia-g.jpg>

Células HeLa

# Entérate

# PARQUES EÓLICOS

## Fuente renovable de energía

D.C. Rafael Salgado Garciglia

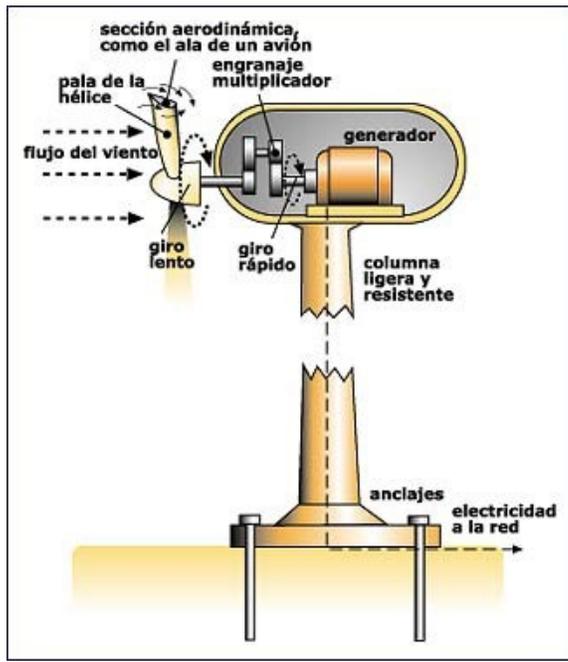
La energía eólica es la energía obtenida del viento, uno de los recursos energéticos más eficientes de todas las energías renovables. El término “eólico” proviene del latín “aeolicus”, perteneciente o relativo a Eolo, Dios de los vientos en la mitología griega. Generalmente, la energía eólica se obtiene por el movimiento de las aspas de un aerogenerador producido por el viento y ésta es convertida en energía eléctrica.

Un parque eólico consiste en un grupo de estos aerogeneradores que captan la energía del viento para producir electricidad.

### ¿Pero, qué es un aerogenerador?

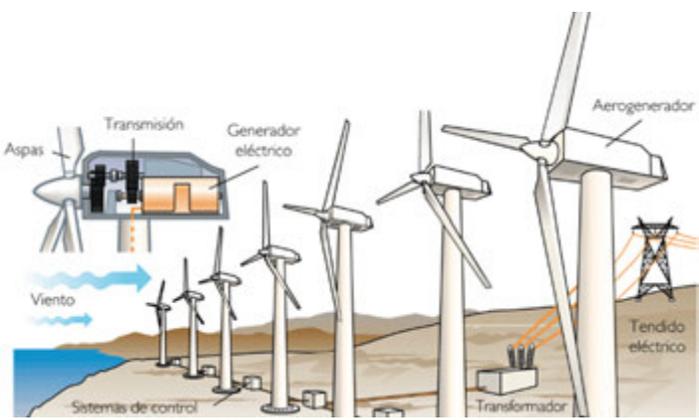
Un aerogenerador o más comúnmente conocido como turbina eólica, es un molino de viento moderno de alta tecnología. En realidad, su funcionamiento es muy sencillo y sus fundamentos se ven a simple vista. El viento mueve las palas o aspas del aerogenerador y éstas hacen girar el rotor. Tan sencillo como eso.

El viento proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.



Las partes principales de un aerogenerador son el rotor, la caja de engranajes, el generador, la torre y el sistema de control.

En un aerogenerador en funcionamiento podemos observar que la velocidad de movimiento de las hélices es muy lenta (giro lento) pero mediante la caja de engranajes esa velocidad lenta de las palas se transforma en velocidad rápida para alimentar al generador (giro rápido).



La mayoría de los aerogeneradores modernos son de tres hélices, de eje horizontal y con mecanismos eléctricos. El mecanismo de orientación de un aerogenerador es utilizado para girar el rotor de la turbina para obtener el máximo rendimiento o para protegerlo ante vientos peligrosos.

PRINCIPALES COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR	
Góndola	Es la carcasa que protege los componentes clave del aerogenerador
Palas o Aspas del Rotor	Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. Tienen una longitud de 20m.
Buje	Es un elemento que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad
Eje de baja velocidad	Conecta el buje del rotor al multiplicador. Gira muy lento, a 30 rpm.
Multiplicador	Permite que el eje de alta velocidad que está a su derecha gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad.
Eje de alta velocidad	Gira aproximadamente a 1.500 rpm, lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico.
Generador eléctrico	En los aerogeneradores modernos la potencia máxima suele estar entre 6 y 12MW (megavatios).
Controlador eléctrico	Es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y controla el mecanismo de orientación.
Unidad de refrigeración	Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico.
Torre	Soporta la góndola y el rotor. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento aumenta a medida que nos alejamos del nivel del suelo
Mecanismo de orientación	Está activado por el controlador electrónico, que controla la dirección del viento utilizando el panel
Anemómetro y panel	Las señales electrónicas del anemómetro conectan el aerogenerador cuando el viento tiene una velocidad aproximada de 5m/s.

## Tipos de aerogeneradores

Hay diferentes tipos de aerogeneradores que se diferencian entre ellos por su potencia, por el número de aspas o incluso por la manera de producir energía eléctrica atendiendo a diferentes criterios: Por la posición del aerogenerador, tenemos a los de Eje Vertical con la característica principal de que el eje de rotación se encuentra en posición perpendicular al suelo, ejemplos de éstos son los modelos Darrieus (que consisten en dos o tres arcos que giran alrededor del eje), Panemonas (con cuatro o más semicírculos unidos al eje central), Sabonius (con dos o más filas de semicilindros colocados de forma opuesta; y a los de Eje Horizontal, denominados "HAWTs", unos de los más comunes y en los que se ha invertido un mayor esfuerzo para su mejora en los últimos años.

Por la orientación respecto al viento se tienen modelos a sobre viento, la mayoría de los aerogeneradores tienen este diseño. En este tipo de aerogeneradores el viento empieza a desviarse de la torre antes de llegar, aunque la torre sea redon-

da y lisa. Y por último a los de bajo viento, las máquinas de corriente baja tienen el rotor situado en la cara de bajo viento de la torre. Pueden ser construidos sin un mecanismo de orientación.

Los aerogeneradores se pueden instalar en tierra firme o en el mar (altamar). Los más comunes son los que se instalan en tierra firme. El número de aerogeneradores que tiene un parque varía y depende de la superficie disponible y de las características y velocidad del viento. Antes de instalar un parque se estudia el viento, una principal característica es que éste sople a una velocidad de entre 3 y 25 m/s.

Un aerogenerador de 2.5 megavatios (MW), con una vida útil de unos 20 años en condiciones normales de explotación, puede producir hasta 3,000 MW por año, que alcanza para el consumo de alrededor de 1,000 a 3,000 hogares (según el consumo) por año. La vida útil de una turbina eólica se estima entre los 20 y los 25 años.



## Parque Eólicos en el Mundo

La energía eólica es una tecnología en desarrollo y cada año se agregan más parques eólicos alrededor del mundo. Los parques existentes se expanden constantemente para lograr más potencia energética. Debido a esto, el orden y potencia de los parques eólicos más grandes están en constante transición. Lo mayores productores de energía eólica en 2015 en tierra firme son:

- Parque Eólico Gansu - China (Gansu) – 6,000 MW
- Parque Eólico Muppandal - India (Tamil Nadu) – 1,500 MW
- Centro de Energía Eólica Alta - Estados Unidos (California) – 1,320 MW
- Parque Eólico Jaisalmer - India (Rajasthan) – 1,064 MW
- Parque Eólico Shepherd's Flat - Estados Unidos (Oregon) - 845 MW
- Parque Eólico Roscoe - Estados Unidos (Texas) - 782 MW
- Centro de Energía Eólica Horse Hollow - Estados Unidos (Texas) - 736 MW
- Parque Eólico Tehachapi Pass - Estados Unidos (California) - 705 MW
- Parque Eólico Capricorn Ridge - Estados Unidos (Texas) - 663 MW
- Parque Eólico San Geronio - Estados Unidos (California) - 615 MW

## Los parques eólicos en altamar

Para los países que cuentan con costa, los parques eólicos en altamar pueden ser una fuente importante de energía. Estas instalaciones eólicas aprovechan el viento constante que sopla sobre el mar. Su instalación y mantenimiento es un poco más complicado debido a su ubicación, sin embargo, para algunos países es una opción muy buena. Por ejemplo, el Reino Unido cuenta con 27 parques eólicos en altamar con una capacidad combinada de 5,000 MW.

## Producción en el mundo de energía eólica

Alemania, China, Estados Unidos e India son los cuatro países que dominan el mercado de la energía eólica. Sin embargo, en varios países de Europa (Suecia, Dinamarca, Francia, Inglaterra y España) y Latinoamérica (Argentina, Brasil, Uruguay, Chile, Colombia, Perú y México), se disponen de parques eólicos para aprovechar y

generar energía eoloelectrónica de forma limpia.

Hace justamente un año la capacidad de la eólica sobrepasó los 369,553,000 MW y el total de producción energética está creciendo rápidamente para llegar a ser el 4 por ciento del total de la electricidad usada en el planeta.

En México, antes de que concluya el 2015 entrarán en operación seis nuevos parques eólicos con una capacidad adicional de 730 MW, lo que implica un incremento de casi 30% en la generación eléctrica mediante este tipo de tecnología, según la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). Hasta hoy, el país cuenta con 2,500 MW instalados principalmente en el estado de Oaxaca, pero entrarán en operación nuevos parques en Tamaulipas, Jalisco, la Laguna y el sureste mexicano, llegando a producir hasta 3,230 MW eólicos cuando concluya el año.

## Los aerogeneradores y el medio ambiente

La energía eólica es de las más limpias, ya que los aerogeneradores eléctricos no producen emisiones contaminantes (atmosféricas, residuos, vertidos líquidos, etc.) y no contribuyen, por lo tanto, al efecto invernadero ni a la acidificación, aunque consumen volúmenes altos de lubricantes. No obstante, presentan factores negativos y algunas de las consecuencias hacia el ambiente son: Impacto visual, Impacto potencial sobre las aves, Efectos directos sobre la flora y la fauna, Efecto del ruido, Impacto por erosión durante la construcción y el Impacto por las interferencias electromagnéticas.

Cada aerogenerador se diseña en función de unas necesidades concretas tanto de potencia como de eficiencia energética. Los proyectos de investigación no cesan y se buscan nuevas tecnologías no sólo para un mejor aprovechamiento de la energía -aumento de la eficiencia energética- sino, también, para aminorar el ruido, reducir los litros de lubricantes necesarios y reducir la velocidad de las aspas y así, el peligro de colisión de las aves. ■

## Para Saber Más, ver Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=UV3yLeu4OAY&ebc>



# De animales a... ¿Dioses?

Gerardo Pérez Escutia

Una probada de  
ciencia

¿ Quiénes somos? ¿qué nos hace humanos? ¿qué cambios en la evolución y en la historia nos han hecho llegar a ser lo que somos como seres individuales y como sociedad? ¿hacia dónde vamos como especie?

De estos grandes temas trata el profesor Yuval Noah Harari en su espléndido libro *“De animales a dioses (Sapiens)”* breve historia de la humanidad (DEBATE, Barcelona. ISBN 9788499924212). Leí este libro hace algunas semanas y he regresado a él varias veces pues tiene la virtud de sorprender en su sencillez y claridad, es un libro que trata de temas muy complejos tales como las grandes revoluciones que ha sufrido nuestra especie: la cognitiva, la agrícola y la científica y los hace accesibles aún para quienes no somos profesionales de la historia o la antropología. Es un libro provocador y divertido pues ejemplifica con situaciones cotidianas y comunes todos esos pequeños hechos que gracias a mutaciones genéticas e interacciones sociales fueron seleccionando poco a poco nuestra especie *Homo sapiens* y como el nacimiento de la ficción no sólo nos permitió imaginar cosas sino hacerlo colectivamente.

Harari cuestiona fuertemente los conceptos positivistas de la historia y la evolución, particularmente la revolución agrícola (considerada ampliamente como hecho fundacional de la historia), desde una perspectiva novedosa, plantea la pregunta sobre ¿qué le aportó a la especie el cambio de una sociedad de cazadores recolectores a una de pueblos agrícolas? ¿mayor felicidad?

Otra característica que hace de éste, un gran libro, es su ausencia de motivaciones ideológicas, es

evidente en los planteamientos del profesor Harari que se ciñó, hasta donde esto es posible, a la objetividad de los hechos de la historia y a los hallazgos antropológicos comprobables y así mismo en los últimos capítulos, a los avances actuales de la ciencia y la tecnología y las tendencias actuales de investigación y desarrollo. Esto evidentemente, puede no complacer a muchos, sobre todo a quienes acostumbran acercarse a la historia a partir de una perspectiva marxista o su contraparte una perspectiva conservadora.

Tiene momentos provocadores y polémicos como cuando habla del matrimonio entre la ciencia y el imperio, desarrollando con lujo de detalles y ejemplos como -El circuito recurrente- entre la ciencia, el imperio y el capital ha sido sin duda el principal motor de la historia en los últimos 500 años.

Y también habla del lado oscuro de este matrimonio y de como la ciencia también fue usada por el imperialismo para fines más siniestros. *Biólogos, antropólogos e incluso lingüistas proporcionando “pruebas científicas” de que los europeos eran superiores a todas las demás “razas”, y en consecuencia tenían el derecho (sino el deber) de gobernarlas.*

El profesor Harari también propone nuevos términos, como el “culturismo”, un sucedáneo del racismo al explicar cómo las élites actuales al hablar sobre los méritos contrastantes entre grupos humanos, casi siempre se expresan en términos de diferencias históricas entre culturas en lugar de hacerlo en términos de diferencias biológicas.



Yuval Noah Harari

En otros capítulos se extiende desarrollando el cómo de la expansión del capitalismo y el “libre mercado” también han venido aparejados de innumerables crímenes e injusticias, siendo muy prolijo en cuanto a ejemplos y explicaciones y por último plantea conceptos muy interesantes acerca de los cambios en las estructuras sociales determinados por el estado y el mercado en detrimento de la familia y la comunidad.

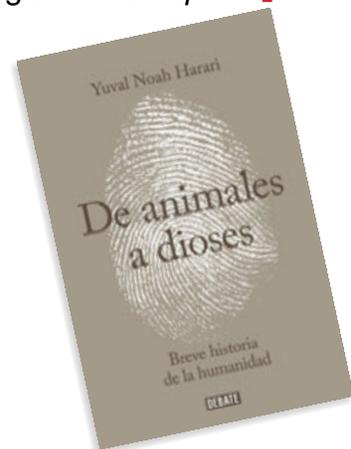
Este libro también pone en perspectiva macroscópica las guerras y la violencia actuales comparando la actual situación con el pasado, desmitificando teorías apocalípticas al poner en contexto estadístico los números de la violencia (guerras y bandas criminales) vs el pasado.

También se adentra en aguas profundas al abordar temas tan inasibles como la felicidad y qué tipo de regímenes y estadios culturales proporcionan mayor nivel de felicidad al individuo y cuánto hemos conseguido como especie en este sentido, explora los diferentes conceptos de felicidad y como la bioquímica rige nuestro mundo mental y emocional.

Por último, plantea el final del *Homo sapiens* ya que gracias a los avances científicos y tecnológicos se están comenzando a quebrar las leyes de selección natural sustituyéndolas con las leyes de

diseño y de inteligencia artificial, planteando cuestiones fundamentales como que tipo de humanos seremos gracias a estos avances ¿qué ocurriría con conceptos como el yo y la identidad de género si las mentes se volvieran colectivas si se logran diseñar interfaces cerebro – computadora?

He tratado de dar una breve semblanza de este libro extraordinario pero sin duda solamente leyéndolo críticamente y bajo la experiencia y perfil de cada lector se podrá estar o no de acuerdo con lo aquí planteado pero no se podrá permanecer indiferente. Este libro audaz y provocador como todo gran libro plantea más preguntas que respuestas y logra una gran amalgama entre las más diversas disciplinas del saber humano y nos deja queriendo saber más... Que a fin de cuentas es lo que nos distingue como *Sapiens*.



# FIBRA DIETÉTICA

Rafael Zamora Vega y  
Rosa María Trujillo Aguirre



La ciencia en pocas palabras

La fibra dietética se reconoce como fibra saludable siendo un elemento importante para la nutrición humana, ya que aporta diversos beneficios cuando es incluida en la dieta, debido a la capacidad de retención de agua y aceite, viscosidad y formación de geles, adsorción de macronutrientes y toxinas.

La Asociación Americana de Química de Cereales define a la fibra dietética como la parte de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso.

Los componentes activos de la fibra dietética son los hidratos de carbono complejos (celulosa,  $\beta$ -glucanos, hemicelulosas, pectinas y análogos, gomas y mucílagos) y la lignina que es un polímero que no se digiere ni se degrada por la microflora bacteriana. Las principales fuentes son frutas, verduras, cereales y legumbres.

La fibra dietética puede dividirse por su grado de solubilidad en agua, en fibra soluble y fibra insoluble. La Ingesta Diaria Recomendada (IDR) de fibra para individuos adultos está reportada entre 20-30 g/día. Este tipo de fibras son fermentadas por microorganismos en el intestino grueso por lo que genera la producción de gases, favoreciendo el incremento de la flora intestinal por lo que se les considera como prebiótico. Por otra parte, la fibra insoluble tiene como fin aumentar el volumen de las heces fecales y disminuir su consistencia y tránsito por el tubo digestivo, evitando problemas de estreñimiento.

Entre los beneficios fisiológicos que promueve la fibra dietética podemos mencionar su acción laxante y también su efecto en disminuir los niveles de colesterol en sangre. Es por ello que el consumo de la fibra dietética ha sido asociado con la disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos en humanos, lo cual ayuda a reducir el riesgo de enfermedades arteriales y coronarias. Particularmente la fibra dietética de tipo soluble tiene la habilidad de formar un gel que encapsula al colesterol, triglicéridos, ácidos biliares, algunos esteroides neutros, evitando así su absorción en el intestino.

Otro de los beneficios en el consumo de la fibra dietética radica en su efecto sobre la disminución de los niveles en la concentración de glucosa sanguínea, siendo las pectinas y las gomas, los tipos de fibra más efectivos para este tipo de padecimiento.

La fibra dietética está contenida en diferentes alimentos y su ingesta puede ayudar a contrarrestar el riesgo de contraer alguna de las enfermedades relacionadas con el bajo consumo. Un ejemplo de diversos alimentos con una alta fracción de fibra soluble son el nopal, con un 58.6%, la papaya (59.4%), la pera (41.99%), la piña (37.05%), la naranja (35.91%) y la manzana (35.80%). Esto indica que el nopal y las frutas son una fuente importante de fibra dietética.

*Los M. en C. Rafael Zamora Vega y Rosa María Trujillo Aguirre son profesores de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

## EX\_MACHINA

Horacio Cano Camacho



La película que hoy recomendamos trata de robots, y de robots inteligentes que se rebelan contra sus creadores. Se trata de *Ex Machina*, cinta de Alex Garland (Gran Bretaña, 2015). Esta es la primera película de Garland como director. El argumento es muy interesante: El protagonista, un joven (Caleb, caracterizado por Domhnall Gleeson) muy avezado en la programación, es incorporado a un extraño, pero fascinante experimento en una hermosa mansión del dueño de la compañía de internet más grande del mundo (Nathan, protagonizado por Oscar Isaac). La mansión se encuentra aislada del mundo en enigmáticos paisajes naturales. En este lugar debe interactuar con la primera creación humana de *Inteligencia Artificial (IA)*. Se trata de un robot caracterizado como una mujer: Ava (a quien da vida, literalmente, la actriz Alicia Vikander). La creación es tan poderosa que pronto cobra conciencia de sí misma y de su poder...

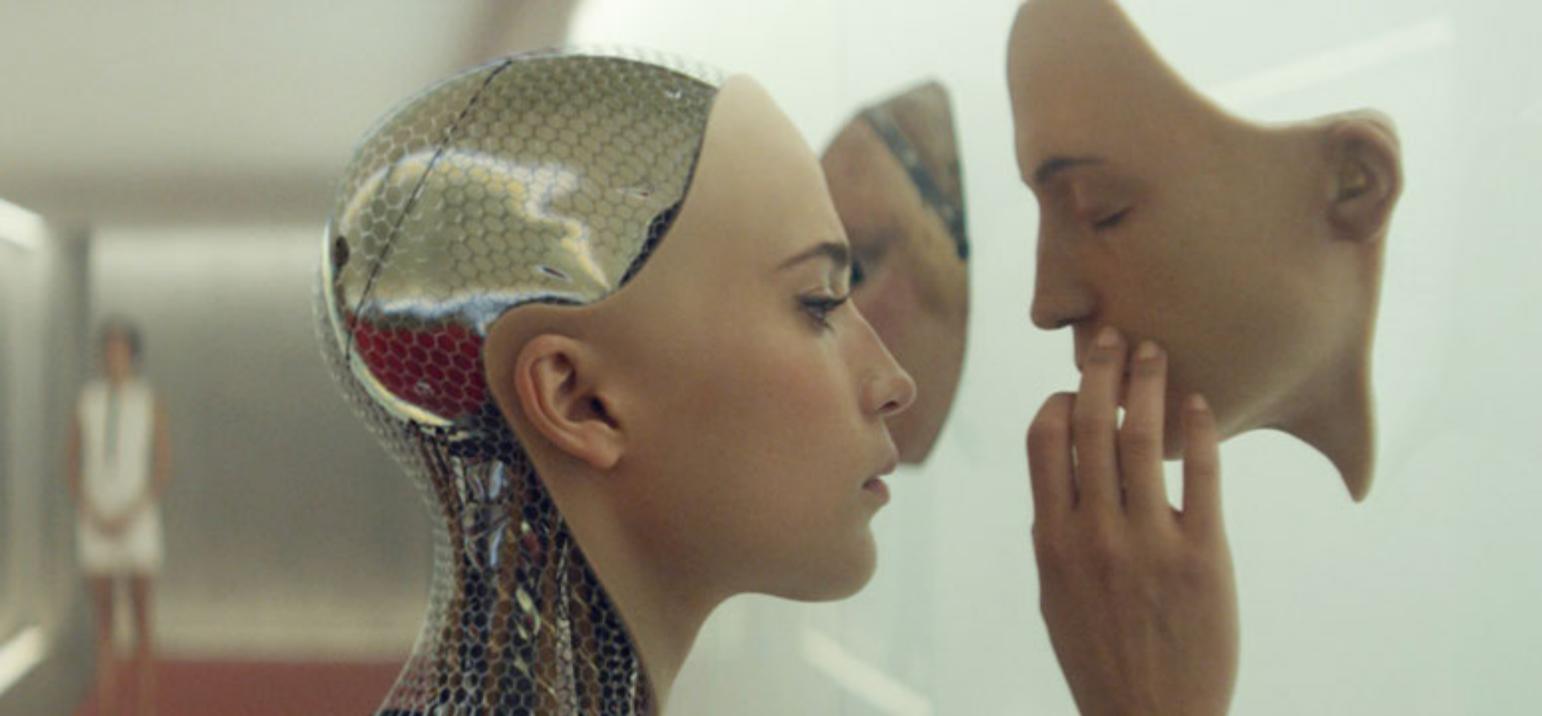
No cuento más, pero la película pronto se vio mezclada en un debate sobre el "peligro" que el desarrollo de la IA puede representar para la humanidad. Recientemente circularon algunas notas de prensa sobre el pronunciamiento de personajes famosos en torno al supuesto peligro que representan los robots para la humanidad. El temor es que el desarrollo de la llamada IA lleve a estas máquinas a "cobrar conciencia" y en algún momento prescindir de su creador.

Y si bien en la mayoría de nosotros las preocupa-

ciones son más mundanas que la posibilidad de robots siniestros, de vez en cuando se cuele alguna idea, alguna nota, que despierta esta vieja preocupación.

Días atrás un trabajador de una planta industrial en Alemania murió aprisionado por un robot que alguien encendió por error. Pero este accidente provocó que algunos vieran aquí la escena de un hipotético futuro en donde las máquinas desarrollan (o se les desarrolla) la capacidad de tomar decisiones y que el daño a los humanos ahora no sea por accidente sino "conscientemente". La polémica está servida. Los expertos en robótica incluso cuestionan que máquinas -como la involucrada en el accidente- capaces solo de realizar algunas acciones repetitivas y rudimentarias sean catalogadas como robots. Para que un robot sea considerado como tal, dicen estos expertos, debe tener capacidad de percibir el entorno, presentar algún tipo de sentido y capacidad de decisiones autónomas. Y por supuesto, estamos muy lejos de esto.

Entonces ¿de dónde surgió este pánico a los robots y demás creaciones humanas? En la literatura podemos encontrar el origen de estos temores. Podemos citar los ejemplos de Frankenstein o el moderno Prometeo de Mary Shelley (1818) y La Isla del Doctor Moreau de H.G. Wells (1896). En ambos libros, las criaturas terminan por revelarse a sus constructores.



Pero es en el cine, sin duda, donde esta visión cobra su mayor “esplendor”. En 1927 se estrenó la película alemana, dirigida por Fritz Lang, *Metrópolis* en donde los obreros se rebelan contra la clase dominante (empresarios e intelectuales) instigados por un robot construido por un científico. En 1968 se estrenó *2001: Odisea del espacio*, de Stanley Kubrick que nos muestra –entre otras ideas muy interesantes- con un gran realismo científico como la tripulación de una nave espacial es asesinada por la supercomputadora HAL ante la confusión que le genera el tener que mentir... Esta es la primera película que incorpora el concepto de *Inteligencia Artificial*, como elemento central de la trama y núcleo del funcionamiento de una máquina autónoma, capaz de tomar decisiones y controlar la vida y destino de sus creadores.

La idea de crear “máquinas pensantes” ha sido una aspiración humana desde tiempos pasados, de *Pigmalión* y *Galatea* al *Golem* de los judíos de Praga, aparecen en la historia mitos de creaciones dotadas de inteligencia, generalmente para defender o satisfacer alguna necesidad humana, pero no es hasta la invención de las computadoras en donde la fantasía comienza a convertirse en realidad. La IA no sólo busca que las máquinas tengan un lenguaje común con los humanos, sino que sean capaces de percibir los cambios del medio, reconocerse en ese medio y tomar decisiones autónomas para enfrentar esos cambios. Pero hacer esto no está resultando nada fácil...

Aunque se ha avanzado mucho en programación y en la construcción de sistemas de percepción y en dotar a máquinas de sentidos, los resultados aun

están muy lejos de alcanzar siquiera lo propuesto por la ciencia ficción. Muy seguramente en un futuro de mediano plazo, los robots parecerán más unos aparatos que pueden limpiar una recámara sin romper nada o cocinar palomitas de maíz sin que nosotros les vigilemos más que máquinas capaces de tomar decisiones sofisticadas y poner en peligro nuestra integridad...

Pero que estemos lejos no implica que no reflexionemos en la naturaleza del problema. Y *Ex Machina* lo hace muy bien: ¿Cuál es la responsabilidad ética con nuestras creaciones? ¿cuáles son los límites de estas creaciones? ¿hasta dónde llega lo “artificial”, hasta dónde lo “natural”? ¿qué significa ser humano?

Y no crean que es una película filosófica. Es una buena cinta, emocionante y con un tiempo muy cuidado. Ciertamente, está realizada en espacios estéticamente envidiables, pero cerrados, claustrofóbicos. Pero en este espacio se forja la atmósfera adecuada para el diálogo entre la inteligencia emocional, humana al fin y la inteligencia emocional, aparentemente, solo aparentemente, limpia, virginal.

*Ex Machina* es una película bien construida, inteligente y que nos hará reflexionar inevitablemente. No es una película de vaqueros facilona, en donde los buenos y los malos se presentan desde el minuto uno y cada momento nos dicen a dónde van. No hay “robotitos” héroes o ingenuos, ni peleas legendarias. Es decir, es una buena película... ■

# Experimenta

## La Moneda Saltarina Mágica

Un truco de magia sobre la expansión térmica

Explorable.com



Si quieres aprender un truco de magia, realiza el Experimento de la Moneda Saltarina Mágica! ¡Reúne a tus amigos y muéstrales algo que sus ojos no puedan creer, pero que la ciencia puede explicar!

Esto es lo que necesitarás para realizar el truco:

- Agua fría en un recipiente.
- Botella de vidrio de refresco o gaseosa con boca pequeña.
- Moneda ligeramente más grande que la boca de la botella.

### procedimiento

Tómate entre 15 y 20 minutos para realizar el experimento de la Moneda Saltarina Mágica.

En primer lugar, llena un recipiente con agua helada. Ubica la botella en el agua boca abajo, para que el cuello de la botella quede en el agua helada. Mete la moneda adentro con la botella. Enfriar la botella de vidrio y la moneda con el agua helada es importante. No llenes la botella con agua. Enfriar el cuello de botella y la moneda permitirá que la parte superior de la botella tenga un sello hermético cuando pongas la moneda en la boca de la botella de vidrio.

A continuación, envuelve el cuerpo de la botella con ambas manos y observa el comportamiento de la moneda. Luego, suelta la botella y observa lo que le sucede a la moneda.

# Explicación

Como habrás visto, la moneda comenzó a saltar arriba y abajo unos 15 segundos después de que envolviste el cuerpo de la botella con tus manos. Incluso después de quitar las manos, observaste que la moneda seguía vibrando y saltando arriba y abajo en la apertura de la botella.

El comportamiento de la moneda puede ser explicado por el concepto de expansión térmica. La expansión térmica tiene lugar cuando la materia recibe calor. Cuando la materia es sometida al calor, cambia en volumen, ya que sus partículas comienzan a moverse. Así nos damos cuenta de que la materia se expande.

En el comienzo del experimento de la Moneda Saltarina Mágica, tanto el aire como la botella están fríos como consecuencia del agua fría. En cuanto colocaste tus manos alrededor del cuerpo de la botella, el aire comenzó a calentarse, causando una expansión térmica. A medida que las moléculas de aire se expanden, tratan de salir de la botella, lo que provoca que la tapa, en este caso la moneda, vibre o salte hacia arriba y abajo. ¡Esto es lo que provoca que tu moneda salte mágicamente! La moneda sólo dejará de saltar cuando el aire dentro de la botella se vaya enfriando.

*Explorable.com (Apr 19, 2011). Experimento de la moneda saltarina mágica. Apr 22, 2016 Obtenido de Explorable.com: <https://explorable.com/es/experimento-de-la-moneda-saltarina-magica>*



100 años



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
[www.umich.mx](http://www.umich.mx)

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