

# Saber **más**

Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Año 3 / Mayo - Junio 2014 / No. 15

## La historia de las plantas nodriza

Una madrastra como nunca la habías visto

Morelia, Michoacán. México - U.M.S.N.H. 2014

- Las epidemias de viruela y tifo en el Siglo XVIII
- Fibra y ácidos grasos, una combinación importante en la dieta humana
- Una nueva manera de detectar posibles cancerígenos
- Materia con encanto y la misteriosa partícula X

e-revist@s

latindex



- 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



Las epidemias de viruela y tifo en el Siglo XVIII

4



Fibra y ácidos grasos, una combinación importante en la dieta humana

7



Una nueva manera de detectar posibles cancerígenos

15



Portada

10

## La historia de las plantas nodriza

Una madrastra como nunca la habías visto



Materia con encanto y la misteriosa partícula X

17

## Secciones

22 ENTREVISTA

27 ENTÉRATE

30 TECNOLOGÍA

UNA PROBADA DE CIENCIA 32

LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS 33

LA CIENCIA EN EL CINE 35

EXPERIMENTA 37



Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo

## Rector

Dr. José Gerardo Tinoco Ruiz

## Secretario General

Dr. Egberto Bedolla Becerril

## Secretario Académico

Mtro. David X. Rueda López

## Secretaria Administrativa

Mtra. María Eugenia López Urquiza

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Orlando Vallejo Figueroa

## Secretaria Auxiliar

Mtra. María Teresa Greta Trangay Vázquez

## Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

## Tesorero

C.P. Horacio Guillermo Díaz Mora

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

## Director de la revista Saber más

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. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

Instituto de Física y Matemáticas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán, México.

Dra. Catherine Rose Ettinger Mc Enulty

Facultad de Arquitectura

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.

Dra. Vanessa González Covarrubias

Área de farmacogenómica

Instituto Nacional de Medicina Genómica, México, D.F.

## Asistente de Edición

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Fernando Covián Mendoza

## Diseño

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Producción Audiovisual Kodía

Asbel Guzmán Corona

Arturo Cano Camacho

## Podcast

M.C. Cederik León De León Acuña

Mtro. Luis Wence Aviña

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, año 3, No. 15, mayo-junio 2014, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Dr. 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 74 36, fecha de última modificación, 27 de junio de 2014.

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.

¿ Hay plantas nodriza? Sí, son las plantas que protegen a otras plantas en un ambiente difícil, mientras estas últimas crecen lo suficiente para enfrentar las condiciones del medio. Es nuestro artículo de portada, en él se describe la sorprendente interacción planta-planta, determinante en ecosistemas de ambientes extremos como los desiertos, alta montaña o zonas degradadas. Se mencionan ejemplos muy interesantes que ahora podrás observar cuando visites particularmente una zona árida o montañosa.

Con los artículos científicos de este número, podemos enterarnos sobre las enfermedades en la época virreinal en México, un trabajo documentado en archivos parroquiales de Taximaroa, un poblado de origen prehispánico, que muestra a la viruela y al tifo (matlazahuatl) como las enfermedades más devastadoras. Se resalta la importancia del consumo de fibra y ácidos grasos, en el que se afirma que la fibra dietética participa de manera preventiva de enfermedades relacionadas con una alimentación deficiente, tales como diabetes, hipertensión y cáncer de colon. En el artículo "Una nueva manera de detectar posibles cancerígenos" se describen nuevos métodos de detección temprana de posibles cancerígenos, describiendo la prueba de micronúcleos por las ventajas que ésta presenta. Además, tenemos una descripción muy acertada de la física de las partículas elementales de la materia ordinaria, con énfasis en las partículas "exóticas", en la que se mencionan los experimentos que han contribuido a encontrar la materia con encanto y la misteriosa partícula X.

La Entrevista de este número de Saber Más fue realizada al Doctor en Ciencias Alberto Ken Oyama Nakagawa, investigador de Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM Campus Morelia), quien nos habla de la ecología, la biología de la conservación y el aprovechamiento de los recursos genéticos.

En la sección Entérate, se informa de tres acontecimientos actuales en el ámbito científico como la distinción con el Premio Mundial de la Alimentación 2014 a un científico nacido en India pero naturalizado en México; el descubrimiento del Elemento Químico 117, el más reciente de la Tabla Periódica; y, la propuesta de usar bacterias lácticas para recuperar suelos contaminados por metales pesados. En La Ciencia en Pocas Palabras se define el término Probióticos, nombre dado a las bacterias benéficas para nuestra salud.

En las secciones de Tecnología, Una Probada de Ciencia y La Ciencia en el Cine, se abordan temas de robótica, como el diseño de exoesqueletos como auxiliares para personas con paraplejía; el impacto de la alta tecnología sobre la humanidad, del que puedes enterarte al leer el libro "El cuerpo transformado" de Naief Yehya; y el diseño de un organismo cibernético, logrado por el reemplazo de artilugios biomecánicos en extremidades u órganos dañados, en la trama de la nueva versión de la película Robocop 2014. Experimenta te reta a que pruebes que en invierno hace más frío no porque el sol está más alejado de la Tierra.

El disfrutar y aprender de la lectura de estos interesantes artículos los llevará a **Saber Más** sobre acontecimientos y adelantos científicos.

# LAS EPIDEMIAS DE VIRUELA Y TIFO EN EL SIGLO XVIII

Rosa María Trujillo Aguirre y José Gustavo González Flores



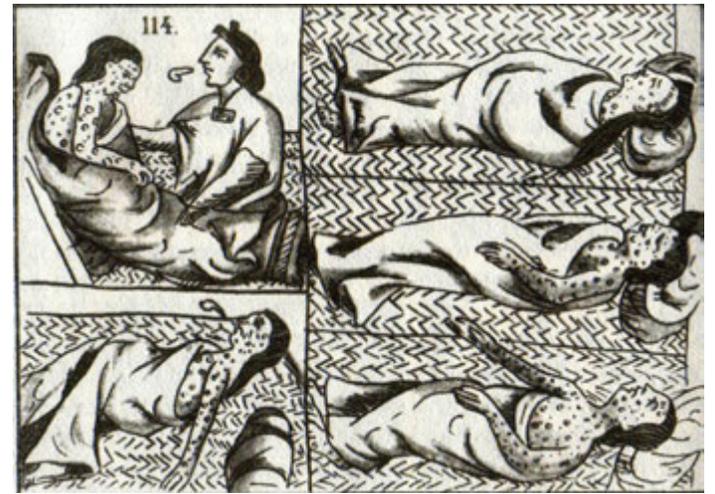
Ilustración de la Peste en la Biblia de Toggenburg (1411)

La llegada de los españoles en el siglo XVI trajo consecuencias demográficas devastadoras. Para el caso de la Nueva España, varios estudios han mencionado que entre 1521 y 1650 alrededor del 80% de la población desapareció. Las principales causas fueron las enfermedades epidémicas traídas de Europa. Cabe mencionar que la palabra epidemia se aplica a cualquier enfermedad que se transmite rápidamente en un sector demográfico humano que puede variar entre un área geográfica delimitada, determinada por la edad o sexo de una región.

Algunas de las epidemias más comunes en esta época fueron la viruela y el tifo (que también era nombrado por los indios como matlazahuatl), entre muchas otras.

Aunque a partir de la segunda mitad del siglo XVII inició un periodo de recuperación demográfica, las epidemias de viruela y matlazahuatl siguieron

apareciendo esporádicamente. Estas enfermedades se hicieron presentes en la época virreinal por lo menos en los años de 1736, 1762, 1763, 1780, 1798 y 1814, por mencionar las epidemias más representativas.



Dibujo en el Códice Florentino reflejando el impacto del mal entre los indígenas mesoamericanos



José de Ibarra (dib.) y Baltasar de Sotomayor (grab.), frontispicio para el Escudo de armas de México de Cayetano Cabrera Quintero, 1743.

Tradicionalmente, en los estudios histórico-demográficos de estas epidemias, se ha dicho que los efectos de cada una de ellas fueron distintos de acuerdo a la edad, lugar de residencia y calidad; debido al microorganismo que causa cada una de ellas, así como también el clima y otros factores que incidieron para la transmisión. Sin embargo, poco se ha dicho en torno a la velocidad expansiva de estas enfermedades, tanto en su traslado de un pueblo a otro, como en la permanencia temporal en cada uno de ellos.

Para analizar estos aspectos se toma el caso representativo de Taximaroa, un poblado de origen prehispánico, con gran cantidad de población india asentada en pueblos pero también con fuerte presencia de españoles y mestizos ubicada en haciendas y ranchos. Utilizando los libros parroquiales de entierros de dicho lugar, que son la principal fuente histórico-demográfica para detectar epidemias y analizarlas, se encontró que en el periodo de 1736 a 1814, la viruela y el matlazahuatl se hicieron presentes de forma constante.



Registro de viruela en el Siglo XVII

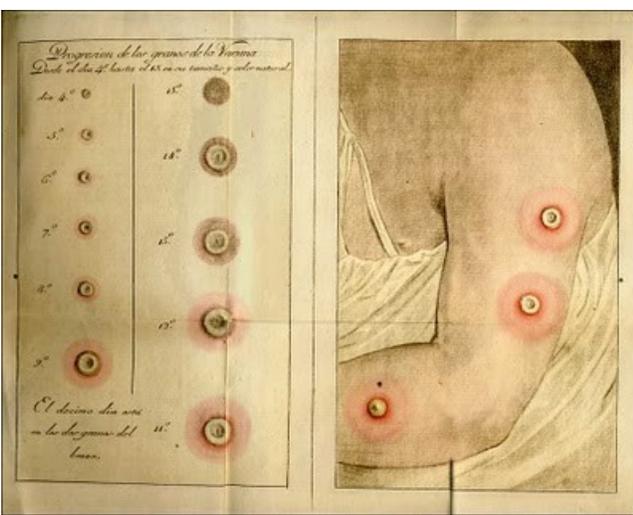
A través del análisis comparativo de las epidemias de viruela de 1762, 1780 y 1798, y las de matlazahuatl o tifo de 1737, 1763 y 1814 se concluye que las de viruela fueron más fulminantes que las de matlazahuatl, tanto en su ruta de propagación como en su permanencia en los asentamientos humanos. Por ejemplo, en cada uno de los casos de viruela, la epidemia tardó solo un mes aproximadamente en llegar desde el valle de Toluca a Taximaroa cuya distancia es de alrededor de 135 km. El matlazahuatl por su parte, tardaba más de medio año en la misma distancia. Una vez que accedía a Taximaroa, la viruela cobraba la vida de sus víctimas en tres o cuatro meses, mientras que el matlazahuatl llegaba a durar más de medio año.



Portalinfas utilizado en la vacunación contra la viruela. En el tubo de metal se puede leer: "Vacuna j Jenneriana para 4 personas"

A partir del microorganismo se puede explicar por qué una enfermedad es más letal que otra. La viruela es ocasionada por un virus que se transmite fácilmente al contacto entre personas y el matlazahuatl o tifo es una bacteria que se transfiere de los piojos al ser humano. Es importante mencionar que la viruela es una infección aguda ocasionada por el virus Variola que pertenece a los Orthopoxvirus y emergió cerca del año 10,000 AC; y el matlazahuatl es un grupo de enfermedades infecciosas agudas debidas a varias especies de *Rickettsia*. La descripción de estos dos agentes infecciosos puede explicar la velocidad y letalidad diferenciada de ambas epidemias.

Para 1798 se empezó a inocular o variolizar a las personas para prevenir el contagio y la letalidad de la viruela. La variolización consistía en llevar algunos infectados del virus de la viruela y extraer la pus de sus granos para inyectarla en personas sanas como medida preventiva. Esto funcionó con resultados más o menos eficaces ya que las epidemias posteriores no fueron tan fuertes. Para el tifo o matlazahuatl los remedios fueron similares pero también incluían la limpieza de ductos y canales de agua ya que se creía que los vapores pestilentes eran la causa de las enfermedades.



Progresión de los granos de la vacuna (para la viruela), siglo XVIII.



El pintor francés Gaston Mélingue nos ofrece una imagen de como pudo ser la primera vacunación contra la viruela, en 1796.

Los agentes infecciosos eran desconocidos para la época pues los avances médicos no eran tan notables. Los principales métodos para tratar y curar la viruela iban desde los experimentos científicos de acuerdo al periodo hasta las creencias religiosas. Entre los principales remedios para la enfermedad se encontraban las sangrías, las lavativas, agua hervida con flores, ventosas en los muslos entre otros.

Paras Saber Más

MOLINA, América, La Nueva España y el Matlazahuatl, 1736-1739, México, CIESAS, El Colegio de Michoacán, 2001.

CRAMAUSSEL, Chantal (edit.), El impacto demográfico de la viruela en México de la época colonial al siglo XX. La viruela antes de la introducción de la vacuna, Zamora, El colegio de Michoacán, 2010.

GONZALEZ Flores, José Gustavo, "Epidemias y rutas de contagio en la Nueva España borbónica", en: Mario Magaña (Coord.) Epidemias y rutas de contagio en la Nueva España borbónica, México, Universidad Autónoma de Baja California, 2013.



Exvoto a la Dolorosa y a San Sebastián, por una curación de viruelas, 1761

Rosa María Trujillo Aguirre, Profesor de la Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y José Gustavo González Flores, Profesor de Asignatura Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM Campus Morelia.



## Fibra y ácidos grasos, una combinación importante en la dieta humana

Rafael Ortiz Alvarado y  
Lucía Matilde Nava Barrios

**E**n años recientes, se ha dado una importancia mayúscula al consumo de fibra dietética, puesto que la población actual, a nivel mundial, ha modificado sus patrones alimenticios. En la actualidad la dieta humana es rica en azúcares y pobre en fibra dietética, lo que se ha relacionado con el riesgo de cursar con enfermedades relacionadas con una alimentación deficiente, tales como diabetes, hipertensión y cáncer de colon. Los estudios relacionados con este tema afirman que la fibra dietética participa de manera preventiva, contra estos padecimientos.

Los mecanismos por los que la fibra dietética aporta efectos benéficos a los individuos que la incluyen en su dieta, se deben a sus propiedades fisicoquímicas, como son su capacidad de retención de agua, grasas y aceites, el aumento de la viscosidad a través de la formación de geles a nivel intestinal, así como favorecer la absorción de macronutrientes, permitiendo la producción de ácidos grasos de cadena corta. De esta manera el consumo de fibra dietética coadyuva a mantener un tránsito intestinal eficiente.



Se debe de recordar que la dieta humana es una de las más diversas de entre los mamíferos debido al grado de evolución de nuestras civilizaciones y acceso a diferentes alimentos. En las dietas humanas, podemos encontrar en diferentes proporciones carbohidratos, proteínas, fibra dietética y particularmente un grupo de moléculas denominadas lípidos, donde se incluye también, las llamadas grasas de origen animal o vegetal. Las grasas son sólidos a temperatura ambiente, químicamente podemos encontrar ácidos grasos con cadenas largas de carbonos unidos consecutivamente hasta formar estructuras de 18 carbonos, como es el caso del ácido esteárico, común a las grasas de origen animal o el ácido oleico, componente de los aceites vegetales.

Existen evidencias que señalan que una dieta pobre en ácidos grasos de cadena corta favorece el desarrollo de problemas intestinales como el síndrome de colon irritable y propensión al desarrollo de cáncer. Adicionalmente la fibra dietética en concentraciones del 2 al 5% en la dieta diaria humana, favorece su fermentación a cargo de la flora microbiana presente en la mucosa del intestino.

Sabemos que el butirato influye en diversas funciones celulares: se conoce su potencial anticarcinogénico, dada su habilidad de modificar la expresión de genes relacionados con procesos celulares malignos. El butirato ejerce también efectos antiinflamatorios en el intestino grueso, debido a la supresión de factores pro-inflamatorios como son las quimosinas y prostaglandinas, moléculas moduladoras de los procesos de inflamación en tejidos.



De esta manera el consumo de fibra dietética favorece la formación de ácidos grasos de cadena corta los cuales juegan un papel importante en la prevención de enfermedades como el cáncer de colon.

Para Saber Más:

Corte Osorio LY, Martínez Flores HE, Ortiz Alvarado R. 2011. Nutrición Hospitalaria, 26(5):1052-1058.

Fu H, Shi YQ, Mo SJ. 2004. Chinese Journal of Digestive Diseases, 5: 115-17.

Brian F. Hinnebusch, Shufen Meng, James T. Wu, Sonia Y. Archer, Richard A. Hodin. 2002. The Journal of Nutrition, 132: 1012-1017. <http://jn.nutrition.org/content/132/5/1012.full.pdf+html>

Mortensen FY, Nielsen H, Aalkjaer C, Mulvany MJ, Hessov I. 1995. Pharmacol Toxicol 1994; 75:181-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=In+vitro+in+vitro+effects+of+short-chain+fatty+acid+on+intestinal+blood+circulation>

El D.C. Rafael Ortiz Alvarado y la Dra. Lucía Matilde Nava Barrios son profesores del Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de la Calidad del Agua de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Fibra y ácidos grasos, una combinación importante en la dieta humana

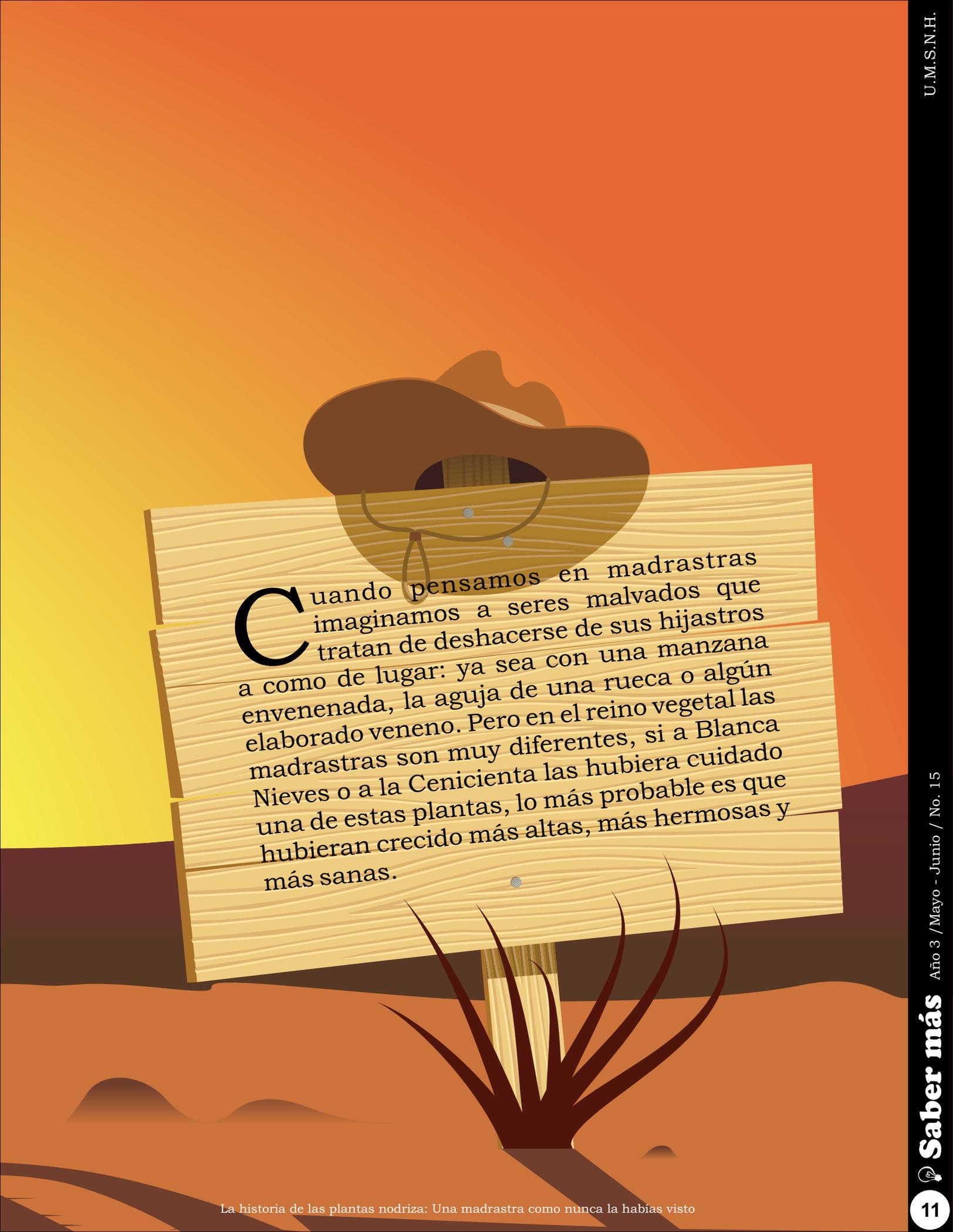
U.M.S.N.H.

**Portada**

# La historia de las plantas nodriza

Una madrastra como nunca la habías visto

Paulette Huelgas Marroquín y  
Ek del Val de Gortari



**C**uando pensamos en madrastras imaginamos a seres malvados que tratan de deshacerse de sus hijastros a como de lugar: ya sea con una manzana envenenada, la aguja de una rueca o algún elaborado veneno. Pero en el reino vegetal las madrastras son muy diferentes, si a Blanca Nieves o a la Cenicienta las hubiera cuidado una de estas plantas, lo más probable es que hubieran crecido más altas, más hermosas y más sanas.

Una planta nodriza dista mucho de los personajes de Walt Disney, ya que facilita el crecimiento y desarrollo de otras especies de plantas (especies blanco) que crecen bajo su copa. Y no es que cuide a las semillas de las otras especies como si fueran sus propios hijos, pero casi.

En realidad, las plantas nodrizas crean microambientes más favorables que aquellos encontrados en los espacios abiertos: la zona debajo de la cubierta de la planta nodriza suele tener mejores condiciones de luz, temperatura, nutrientes y humedad; lo que permite a la especie blanco crecer más fácilmente. Este tipo de interacción positiva entre dos especies (con efectos benéficos sobre uno de los organismos) se conoce como "facilitación".

Actualmente se considera que esta interacción puede ser determinante en la estructuración y funcionamiento de algunos ecosistemas, sobre todo en ambientes altamente estresantes como los desiertos, montañas altas o zonas degradadas.

Lo anterior no es trivial. De hecho, antes de que se descubriera el efecto nodriza, los investigadores en ecología habían puesto mucha atención en el estudio de las interacciones negativas entre plantas (p. ej. competencia), y se pensaba que las comunidades vegetales se formaban, en gran medida, como consecuencia de la competencia. Es decir, algunas especies (competidoras dominantes) desplazarían al resto, por lo tanto, las especies que se encontraran viviendo juntas en mismo lugar no competirían.

Aún hoy, cuando se acepta la importancia de la facilitación, quedan muchas preguntas por resolver, sobre todo cuando las interacciones entre la planta nodriza y la planta blanco dependen de las



Saguaro (*Carnegiea gigantea*)

circunstancias y del ecosistema en estudio. Por ejemplo, las leguminosas (como el frijol o algunos huizaches) se consideran una gran opción como nodrizas en hábitats desérticos y mediterráneos semiáridos, sin embargo, la interacción puede ser indeseable cuando ambas plantas (nodriza y blanco) son leguminosas; puesto que al poseer los mismos hábitos y requerimientos tenderán más a la competencia que a la facilitación.



El cactus *Carnegiea gigantea* rara vez crece en un lugar a cielo abierto. Foto tomada de [biodiversitytheblog.wordpress.com](http://biodiversitytheblog.wordpress.com)

Ante este panorama, y para tratar de explicar la importancia relativa de las interacciones positivas y negativas en hábitats muy estresantes, se estableció la hipótesis del gradiente de estrés: que propone que las interacciones positivas aumentan en importancia con el nivel de estrés ambiental, de ahí que en los ecosistemas con pocos recursos se espera encontrar más interacciones positivas.

Como esta historia no es un cuento de hadas, la función e importancia de estas madrastras depende mucho de las especies relacionadas y del hábitat en dónde se encuentren.

Si una planta se localiza en un sitio con muy poca disponibilidad de agua o pocos nutrientes, tendrá un mejor desarrollo si está en asociación con una planta nodriza, pero si el ambiente no es muy estresante, la interacción positiva no tendrá efectos tan relevantes y la planta no necesitará de una madrastra “bondadosa”. Esta hipótesis ha sido confirmada en numerosos ecosistemas, aunque también se han encontrado evidencias de que el modelo no siempre se cumple.

Ahora que hemos revisado la teoría podemos examinar algunos ejemplos: en particular resulta muy interesante el caso de México, ya que nuestro país ocupa el lugar número uno en diversidad de

cactáceas, que alcanzan alrededor de 1,500 especies dentro de 100 géneros. Estas plantas tienen la particularidad de ser altamente sensibles a la radiación solar cuando son jóvenes ya que no pueden regular su temperatura, por lo tanto, la protección de la plántula (la plantita bebé) contra la radiación solar suele ser crucial en su supervivencia.

En 1991, los investigadores mexicanos Valiente y Ezcurra, estudiaron la relación entre la planta nodriza *Mimosa luisana* y la supervivencia del cactus *Neobuxbaumia tetetzo* (especie blanco). Para ello, sembraron semillas de *N. tetetzo* a cielo abierto y bajo la planta nodriza; encontraron que los cactus que crecen junto a *M. luisana* sobreviven hasta dos años después de iniciado el experimento (que es la fecha en que se realizó la última observación), mientras que las plantas sembradas a cielo abierto murieron antes de 100 días. Otro ejemplo es el trabajo de Leirana y Parra de 1999, en donde se determinó que la supervivencia del cactus *Mammillaria gaumeri* aumenta 18 veces cuando crece con la protección de una nodriza. Impresionante ¿no?



*Lophophora williamsii* debajo de la *Larrea tridentata*. Municipio de Real de Catorce, San Luis Potosí. Cortesía de: Jessica E. González Gurrola

Otro ejemplo, *Lophophora diffusa* o falso peyote es una cactácea endémica (exclusiva) del semidesierto de Querétaro, ésta se considera amenazada debido a su extracción ilegal, ya que le atribuyen los efectos alucinógenos y medicinales del peyote. En 2005, un grupo de investigadores determinaron la asociación del falso peyote con especies nodriza y caracterizaron las condiciones microambientales (luz, temperatura y humedad) bajo la copa. En pocas palabras, los investigadores se dieron a la tarea de averiguar los gustos del falso peyote: con quién le agrada crecer y cómo desea que su casita se sienta. Lo que encontraron fue una

asociación positiva de *L. diffusa* y especies arbustivas, particularmente con *Larrea tridentata* y *Acacia sororia*, en contraste se encontró una disociación (o asociación negativa) con *Celtis pallida* y *Myrtillocactus geometrizans*. Esto es muy interesante, porque implica que el falso peyote es sensible a las condiciones de una u otra nodriza. De hecho, la evaluación de los factores microambientales indica que las condiciones bajo la copa de *L. tridentata* y *A. sororia* son similares, mientras que el microambiente debajo de *C. pallida* es más oscuro. Estos datos pueden significar que la asociación con nodrizas está altamente relacionada con las condiciones particulares de cada copa y con las necesidades específicas de la especie blanco.

Es así como varios ejemplos demuestran que diversas especies de cactus se benefician de manera significativa al crecer bajo una planta nodriza; revisemos ahora la otra versión de la historia. En el estudio realizado por Reyes en 2001 en la isla de Mazocahui en Sinaloa, se encontró que de diez especies de cactus, únicamente las

*platyopuntias* (cactus con tallos aplanados, como el nopal) tienen una distribución relacionada con la de los arbustos, las demás crecen de manera similar bajo nodrizas que bajo cielo abierto. Las *platyopuntias* de esta isla están relacionadas con ocho de las 27 especies de arbustos estudiados, el número de individuos es mayor bajo la copa de leguminosas; sin embargo no se encontraron diferencias en la fertilidad del suelo donde crecen plantas leguminosas y no-leguminosas. Este estudio apoya la hipótesis de que en hábitats menos estresantes como son desiertos costeros, el efecto nodriza es menos importante.

La historia poco común de estas madrastras ha sido un parte aguas en el entendimiento de los ecosistemas, permitiéndonos comprender un poco más acerca de las formas que vemos en los ambientes naturales. Además, la función de estas plantas ha mostrado ser muy importante en los esfuerzos de conservación. Gracias al entendimiento de la facilitación se ha podido mejorar el diseño y desempeño de sistemas de reforestación en ambientes estresantes, así como perfeccionar las acciones de protección de especies nativas y amenazadas.

Esperamos que ahora cuando visites una zona árida del país mires cuidadosamente a tu alrededor, quizá encuentres una madrastra que está haciéndole la vida más fácil a esa plantita que crece debajo de ella. ■



*Myrtillocactus geometrizans*, es una especie fanerógama perteneciente a la familia Cactaceae.

Paulette Huelgas Marroquín y Ek del Val de Gortari son investigadoras del Centro de Investigación en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.



# Una nueva manera de detectar posibles cancerígenos

Ana Cecilia Jara Ettinger y  
Olivia Torres Bugarín

**C**asi todo el mundo tiene alguna idea sobre lo que es el ADN (ácido desoxirribonucleico), se trata de información genética contenida en las células de los seres vivos; es un tipo de “manual de instrucciones” que tiene cada organismo para su desarrollo, en donde están todas sus funciones. La información genética se encuentra en cada una de las células y se transmite de una a otra durante su división y en el caso de las personas, de padres a hijos.

Lo que es menos sabido es que el ADN puede dañarse con agentes a los que nos exponemos diariamente como los rayos solares, los químicos que usamos para limpiar nuestras casas, fertilizantes y pesticidas, hábitos como el tabaquismo, consumo de medicamentos y por la contaminación ambiental, entre muchas otras. Todos estos agentes se denominan genotóxicos ya que tienen la capacidad de dañar al ADN, provocando que éste se divida de manera anómala.

Un agente genotóxico podría ayudar a la inducción y desarrollo de cáncer, además de contribuir al incremento acelerado de enfermedades crónicas degenerativas y envejecimiento prematuro.

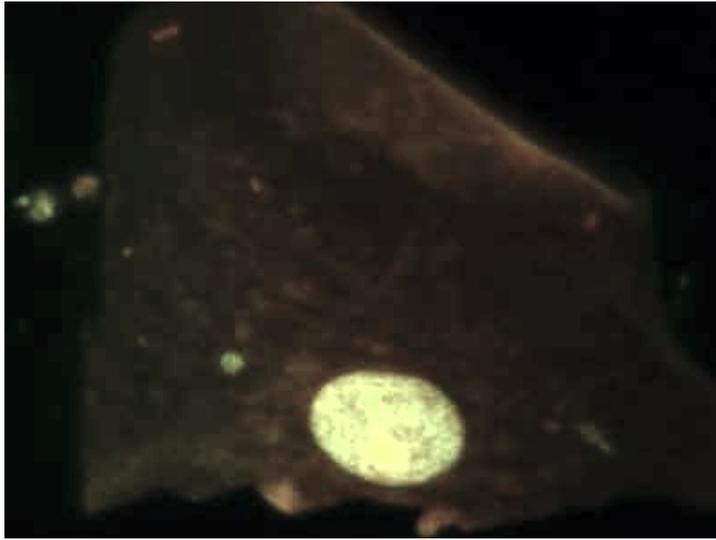
Para detectar el daño de manera temprana, se han desarrollado pruebas poco conocidas que se pueden realizar con cualquier célula que se divida. Una de éstas es la prueba de micronúcleos que tiene la ventaja de ser una técnica no invasiva, precisa, rápida y económica. A pesar de que sólo sea necesario una laminilla, un colorante y un microscopio para realizarla, es una prueba que se utiliza poco.

## Detección por la prueba de micronúcleos

La prueba de micronúcleos puede realizarse en tejido epitelial de mucosa bucal, es decir tomando una muestra de células que se encuentran en el interior de la mejilla. Dicha muestra pasa por un proceso sencillo de tinción del material genético (naranja de acridina) y es observado al microscopio donde se buscará la presencia de micronúcleos.

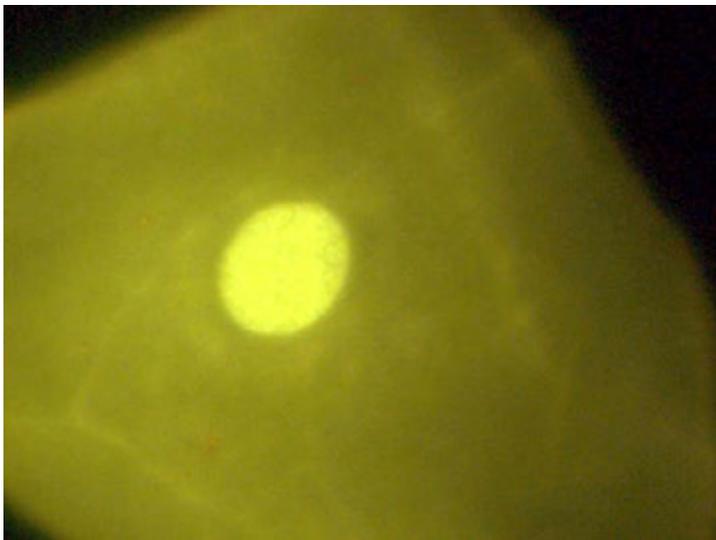
El ADN humano está formado por 23 pares de cromosomas que se encuentran en todas y cada una de las células del cuerpo humano. Todas las células del cuerpo, exceptuando las sexuales como el óvulo y el espermatozoide, se reproducen mediante división celular (mitosis). Un micronúcleo

es un fragmento o cromosoma completo que durante el proceso de división celular no logró incluirse en las células hijas, estos fragmentos conforman uno o varios núcleos secundarios que son mucho más pequeños que el núcleo principal, de lo que deriva su nombre: micronúcleos.



Célula micronucleada

La formación de micronúcleos puede ser espontánea, sin embargo, algunos genotóxicos son capaces de incrementar la frecuencia de estos, lo cual representa pérdida de material genético. Esta razón, la prueba es considerada como un marcador biológico de genotoxicidad. Puede ser utilizada para detectar de manera temprana anomalías nucleares de las células, que pudieran contribuir a una carcinogénesis.



Célula normal

Para dar un ejemplo, hemos realizado pruebas con herreros, quienes están constantemente expuestos a humos de metal al usar la técnica de soldar, lo que se sabe incrementa su riesgo de cáncer.

Utilizando el sencillo procedimiento previamente mencionado y visitando talleres para tomar muestras, puede descubrirse un riesgo elevado en alguno de los participantes en la prueba. Las muestras tomadas de los soldadores se comparan con las de personas no expuestas a metales, para determinar si tienen mayor frecuencia de micronúcleos, definiendo así que esta actividad es genotóxica y es recomendable utilizar medidas preventivas.

Además de aplicarse en grupos de alto riesgo, como el de los soldadores, puede utilizarse también para identificar los efectos benéficos de nuevos medicamentos y enfermedades. La producción masiva de medicamentos y otros productos, ejerce una presión muy grande sobre los sistemas de salud. El cambio es tan acelerado que no es posible esperar por tiempos prolongados o incluso el paso de generaciones para identificar daños al acervo genético, de ahí que es apremiante contar con alternativas rápidas, sencillas y confiables que ayuden a evaluar oportunamente el daño genotóxico. Por fortuna se han desarrollado nuevos procedimientos para el tratamiento de cáncer temprano por lo que su adecuada detección es crucial para la supervivencia.



Ana Cecilia Jara Ettinger es Estudiante de 6to semestre de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.  
Olivia Torres Bugarín participa en el Programa Internacional, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.

# Materia con encanto y la misteriosa partícula X



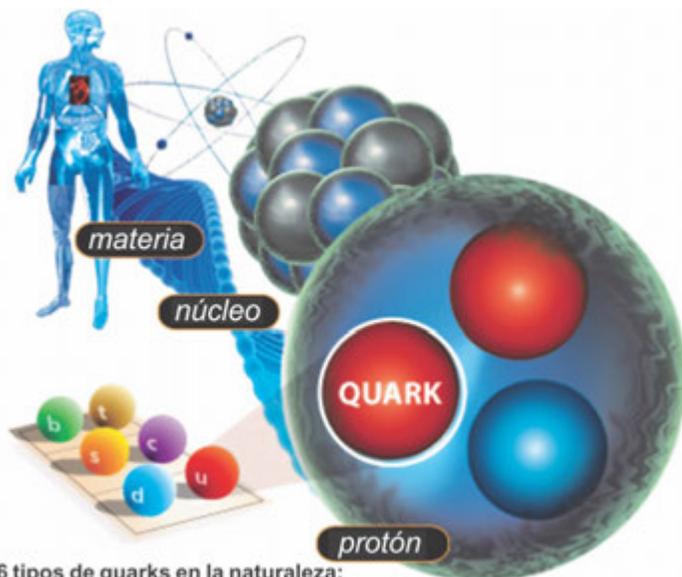
Carlos Arturo Pérez Alanís e Iván Heredia de la Cruz.

**R**ichard Feynman (1918-1988), premio Nobel de física y considerado como uno de los más grandes catedráticos de todos los tiempos, una vez planteó en sus famosos *apuntes de física* la siguiente pregunta: “si en algún cataclismo todo el conocimiento fuera a ser destruido y sólo un enunciado pudiera pasar a la siguiente generación, ¿cuál sería el que contendría la mayor cantidad de información con el menor número de palabras?” Una pregunta fascinante, cuya respuesta podría bien variar dependiendo de quien la diera: un biólogo, un político, un matemático... Para Feynman sólo había una respuesta obvia: “La hipótesis atómica, que todas las cosas están hechas de átomos: pequeñas partículas que se encuentran en movimiento perpetuo, que se atraen unas a otras cuando están a una pequeña distancia, pero que se repelen cuando se les trata de apretar unas contra otras”.

La verificación experimental del concepto griego de “átomo” como la unidad o bloque indivisible de la materia ha sido considerado por Feynman como el descubrimiento más importante de la humanidad. Sin embargo, a diferencia del “átomo griego”, se ha encontrado que los bloques indivisibles de la materia, a los cuales llamaremos de aquí en adelante *partículas elementales* para no confundirlos con el concepto de átomo químico<sup>1</sup>, pueden sufrir transformaciones entre ellos, convertirse en energía, y viceversa.

La física de partículas surge como una disciplina dedicada a la clasificación de las partículas elementales y al entendimiento de las interacciones entre ellas. Como ejemplos de partículas tenemos a los neutrones y protones que juntos forman el

núcleo atómico. Alrededor del núcleo pueden circular electrones, en cuyo caso se forma el átomo químico. En conjunto protones, neutrones y electrones forman una parte de la materia común de la cual están hechos los átomos, moléculas, etc. Estrictamente los neutrones y protones no son elementales, pues experimentalmente se ha encontrado que poseen una estructura interna formada por partículas más fundamentales. Sus constituyentes, hasta ahora considerados elementales, son los llamados *quarks* (vea figura 1).



6 tipos de quarks en la naturaleza: arriba, abajo, encanto, extraño, cima y fondo.

Figura 1. Estructura de la materia. Los protones y neutrones están formados por quarks tipo arriba y abajo.

<sup>1</sup> Actualmente un átomo es considerado como la parte más pequeña que caracteriza a un elemento químico. Está compuesto por un núcleo de carga eléctrica positiva rodeado por un cierto número de electrones.

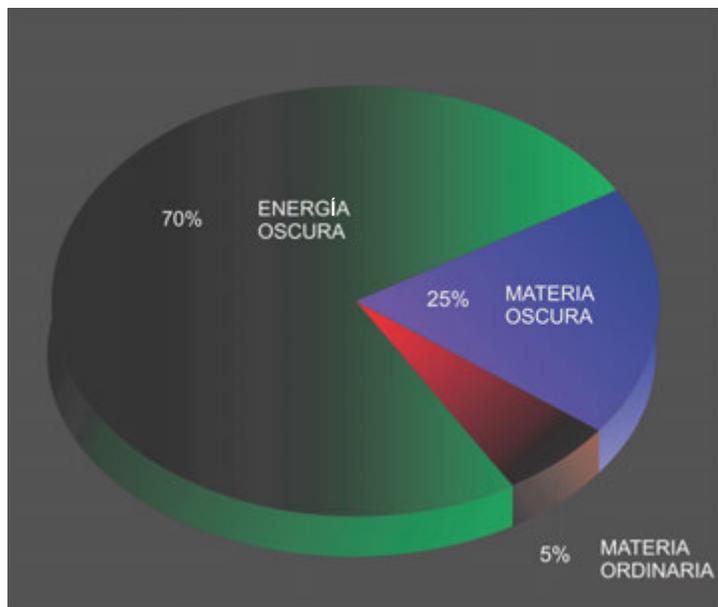


Figura 2. Distribución de la materia y energía en el universo.

La materia ordinaria no sólo incorpora a los protones, neutrones y electrones que comúnmente encontramos en la naturaleza. Abarca también a una amplia gama de partículas llamadas hadrones que están compuestas por quarks (como los piones ( $\pi$ ), los kaones ( $K$ ), etcétera) y a un grupo de partículas conocidas como leptones que, además de englobar al famoso electrón ( $e$ ), contiene también a sus "primos" pesados, el muón ( $\mu$ ) y el tau ( $\tau$ ), y a sus respectivos neutrinos ( $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$  y  $\nu_\tau$  – léase neutrino del electrón, del muon y del tau, respectivamente) que son partículas muy penetrantes y sin carga eléctrica. En la Tierra, tanto hadrones como leptones son creados en los grandes colisionadores de partículas, en las colisiones de rayos cósmicos con la atmósfera y en el decaimiento de elementos radioactivos (en el caso de leptones). Las estrellas mismas, los elementos químicos de la tabla periódica e incluso aquellos muy pesados y efímeros creados en supernovas o artificialmente en laboratorios de física nuclear están formados por materia ordinaria. Más aún, se le considera materia ordinaria a la llamada antimateria (vea Revista *Saber Más* No. 10 pp. 25-33). Increíblemente, como se muestra en la figura 2, la materia ordinaria sólo constituye aproximadamente un 5% de la materia y la energía total del universo. De cualquier forma, a pesar de no ser tan abundante como la materia y energía oscura, la materia ordinaria presenta varias sorpresas entre las que se encuentran partículas bastante "exóticas", como veremos a continuación.

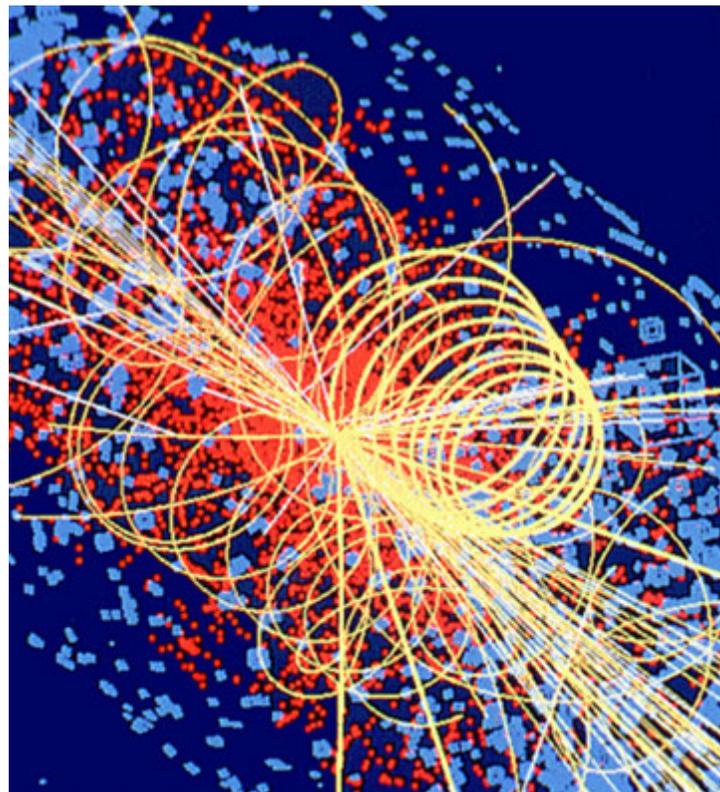
### El zoológico hadrónico y materia con encanto

La existencia de quarks arriba ( $u$ ), abajo ( $d$ ) y extraño ( $s$ ) se comprobó entre 1967 y 1973 en el

laboratorio SLAC (California, EUA). Posteriormente, en 1974, dos equipos, uno en SLAC y otro en BNL (Nueva York, EUA), observaron independientemente la partícula llamada  $J/\psi$  (un equipo le llamó  $J$  y el otro  $\psi$  – léase "psi"), que por su masa debía estar compuesta necesariamente de un nuevo quark, que se bautizó encanto ( $c$ ), y su antipartícula ( $\bar{c}$ ). De la misma forma, en 1977 se descubrió el quark fondo ( $b$ ) en el laboratorio Fermilab (Illinois, EUA), derivado de la observación de la partícula ípsilon ( $Y$ ).

Los quarks  $u$  y  $c$  tienen una carga eléctrica de  $+2/3$  la del protón, mientras que los quarks tipo  $d$ ,  $s$  y  $b$  tienen una carga eléctrica negativa equivalente a  $-1/3$  la del protón. Ahora bien, el protón está compuesto de dos quarks  $u$  y uno tipo  $d$  que suman una carga eléctrica de  $2 \times (2/3) + 1 \times (-1/3) = 1$  (una carga positiva de magnitud igual a la del protón). Análogamente, un neutrón está compuesto por un quark  $u$  y dos  $d$  que suman una carga eléctrica igual a 0 (carga neutra).

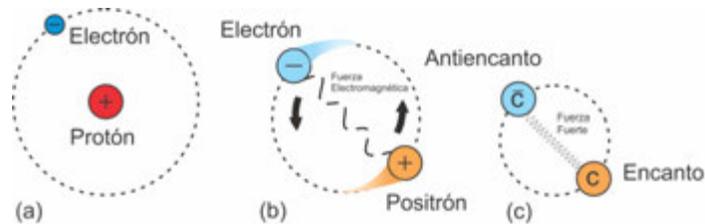
Una peculiaridad de los quarks es que no se les encuentra libres en la naturaleza. El hecho es que mientras más alejado se encuentre un quark de otro, con más intensidad se atraerán. Por esta razón los físicos han sido forzados a estudiar las propiedades de los quarks a través de los compuestos que forman, llamados *hadrones*.



Movimiento de las partículas en el LHC, (Gran Colisionador de Hadrones).

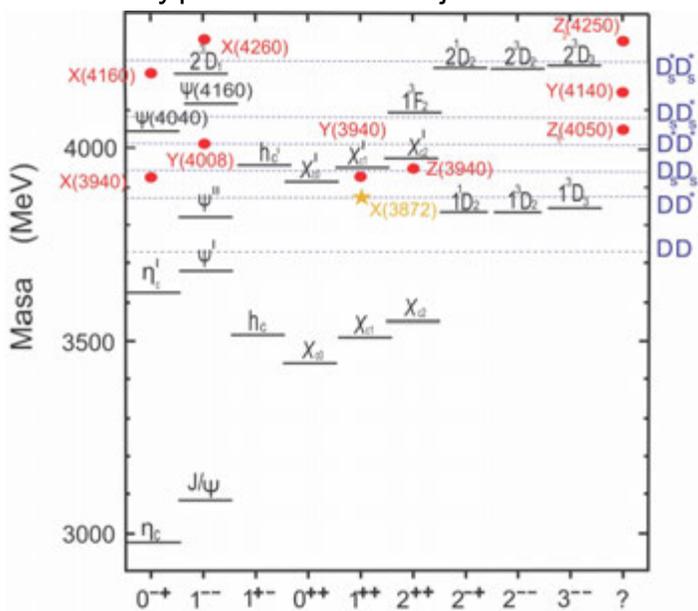
La lista de hadrones descubiertos prácticamente ocupa todo el alfabeto griego y latino, y cuando han hecho falta letras se ha recurrido a subíndices, superíndices o números. Consideremos por ejemplo el conjunto de partículas con encanto,  $c\bar{c}$ ?, que se muestran en la figura 3, llamados *charmonium*. Todas las partículas en la figura ( $\eta_c$ ,  $J/\psi$ ,  $\psi'$ , etc.) tienen la misma composición, un  $c$  y un  $\bar{c}$ , sin embargo, poseen diferentes propiedades intrínsecas llamadas *números cuánticos* y además, distintas masas. Esta configuración de dos partículas es muy parecida al bien conocido átomo de hidrógeno, compuesto por un electrón y un protón, el cual se puede encontrar en distintos estados de energía con distintos valores de momento angular  $J$  (cantidad que caracteriza la simetría ante rotaciones del objeto estudiado). En la figura 3, las partículas charmonium están clasificadas por sus números cuánticos  $J^{PC}$  en el eje horizontal<sup>2</sup> y por su masa en el eje vertical<sup>3</sup>.

Sin embargo, mientras que la fuerza que une al positronio es de tipo electromagnética, la que une al charmonium es muy diferente y se le conoce como *interacción nuclear fuerte*.



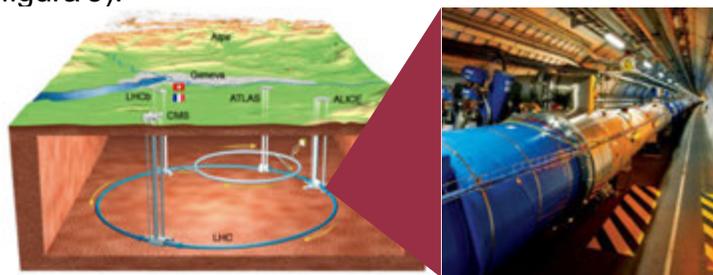
**Figura 4.** Comparación esquemática entre el (a) átomo de hidrógeno, (b) positronio, y (c) charmonium. El positronio y el charmonium son sistemas muy parecidos de partícula-antipartícula, pero las fuerzas que los unen son de naturaleza totalmente distinta.

De esta forma el siglo XX se caracterizó por el constante descubrimiento de nuevas partículas que contribuyeron a extender el zoológico hadrónico. Al mismo tiempo los físicos desarrollaron modelos para clasificarlas dentro de un marco teórico simple y congruente. Varios de estos modelos motivaron la búsqueda de partículas elementales más pesadas. Naturalmente se esperaba la existencia de un quark más pesado que el  $b$ , llamado cima ( $t$ ), que debería tener carga  $+2/3$  la del protón. Su descubrimiento se obtuvo en 1995, 20 años después de la observación del  $Y(b\bar{b})$ , con la construcción de un acelerador de casi 7 km que hacía colisionar protones contra antiprotones llamado Tevatrón, en Fermilab. En comparación, para el recientemente descubierto bosón de Higgs se construyó el Gran Acelerador de Hadrones, o LHC, de 27 km de circunferencia (vea figura 5).



**Figura 3.** Sistema charmonium. Las líneas sólidas representan partículas predichas por el modelo de quarks, mientras que los puntos y el X(3872) son partículas neutras con encanto descubiertas reciente e inesperadamente.

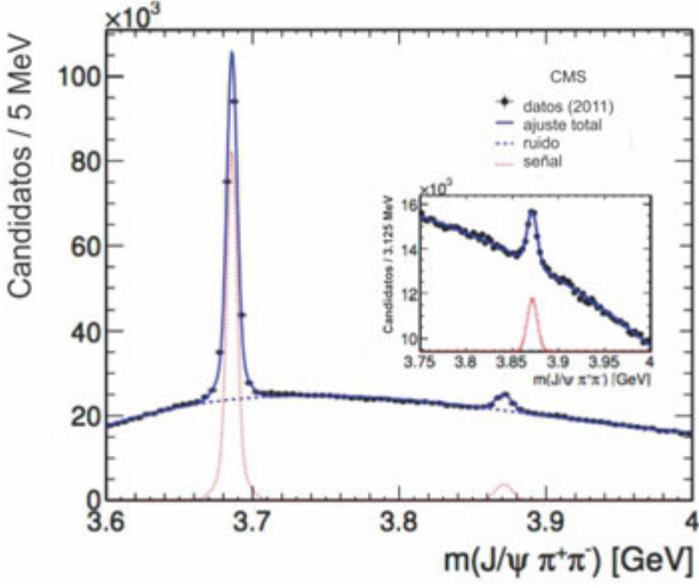
El sistema charmonium es de hecho más parecido al sistema conocido como positronio, formado por un electrón y su antipartícula, el positrón, que tiene la misma masa pero carga opuesta que la del electrón. La analogía se esquematiza en la figura 4.



**Figura 5.** El Gran Colisionador de hadrones (LHC). El 4 de julio del 2012 los experimentos CMS y ATLAS encontraron una nueva partícula consistente con el esperado bosón de Higgs.

<sup>2</sup> Los números cuánticos  $P$  y  $C$  describen las simetrías de *paridad* y *conjugación de carga* de una partícula, respectivamente. La paridad caracteriza el comportamiento de una partícula cuando se ve en un espejo: si su mano derecha pasa a ser su mano izquierda frente a un espejo (como suele suceder), la paridad se considera negativa; si conservara su carácter derecho ante la reflexión, se consideraría positiva. Por otro lado, la conjugación de carga es una operación que reemplaza partículas por antipartículas (y viceversa) en las ecuaciones que describen a las partículas elementales.

<sup>3</sup> Un MeV, o Mega-electrón-Volt, es una unidad de medida de masa muy utilizada en física de partículas. Por ejemplo, un protón pesa 938 MeV.



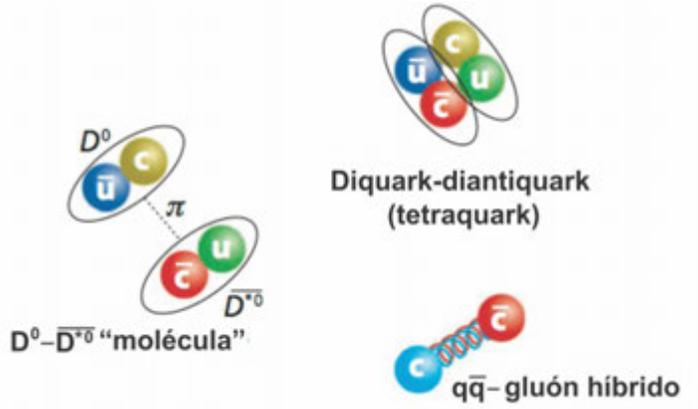
**Figura 6.** Espectro de masas que resulta de la combinación de un  $J/\psi$  y dos piones en una colisión. El espectro se obtuvo con el experimento CMS. El primer pico corresponde al mesón  $\psi'$ , mientras que el segundo al  $X(3872)$ .

Hasta hace una década, prácticamente no había duda de que sólo había dos posibles tipos de hadrones de acuerdo a la combinación de quarks: bariones, como el protón, formados por tríos de quarks ( $qqq$ ), y mesones, compuestos por pares quark-antiquark ( $q\bar{q}$ ). El ejemplo más sencillo de mesón es el pión cargado,  $\pi^+(u\bar{d})$ . Sin embargo, en 2003, el experimento Belle (Tsukuba, Japón) que estudiaba las colisiones de electrones y positrones observó un patrón inesperado en la distribución final de masas que se obtiene de la combinación de un mesón  $J/\psi$  y dos piones cargados que parecen provenir de un punto en común cercano a la colisión. Una observación más clara y reciente por el experimento CMS (figura 6), que estudia las colisiones del LHC entre dos protones, muestra la existencia de un pico en la distribución mencionada alrededor de 3.872 GeV (un GeV son mil MeV). Dicho pico, que representa la producción de una partícula de carga neutra, se denominó  $X(3872)$  o simplemente partícula X.

La partícula X sería la primera de las llamadas partículas exóticas con encanto, que a nivel teórico abrieron un nuevo capítulo en la física de partículas. El *encanto* se infiere fácilmente, pues el  $X(3872)$  se desintegra directamente a una partícula del grupo charmonium ( $J/\psi$  de la figura 3). Por otro lado, el adjetivo exótico proviene de que la masa del  $X(3872)$  no coincide con ninguno de los estados posibles del grupo charmonium referido (líneas sólidas de la figura 3). Es decir, además de  $c\bar{c}$ , la

partícula X debería estar compuesta por otros quarks. La opción más sencilla, que conserva la neutralidad de la carga, es un quark y un anti-quark adicionales, lo que daría  $c\bar{c}u\bar{u}$  ó  $c\bar{c}d\bar{d}$ . A pesar de que esta partícula de cuatro quarks, llamada *tetraquark*, no está prohibida teóricamente, nunca antes había surgido evidencia de tal estructura.

La cercanía de la masa del  $X(3872)$  con la suma de las masas de los mesones  $D^0$  y  $D^{*0}$ , sugiere que, más que ser un tetraquark, definido como un sistema bien amarrado de cuatro quarks (diquark-diantiquark), se trata de una molécula formada por un  $D^0$  ( $c\bar{u}$ ) y su antipartícula excitada  $D^{*0}$  ( $\bar{c}u$ ). Los dos mesones  $D$  se mantienen unidos debido al intercambio de un mesón  $\pi$  que comunica la fuerza de atracción entre ellos. La figura 7 esquematiza la diferencia entre las distintas hipótesis.



**Figura 7.** Esquemas de algunos modelos para describir al  $X(3872)$ .

La teoría del tetraquark implica necesariamente la existencia de compañeros cargados:  $X^+(c\bar{c}u\bar{d})$  y  $X^-(c\bar{c}d\bar{u})$ . Tales partículas no han sido observadas, y la probabilidad de su existencia de acuerdo al experimento está muy por debajo de las predicciones teóricas, por lo que el modelo de tetraquarks ha sido rechazado. De igual manera existe otro modelo llamado de *encanto híbrido* (ver figura 7), donde el  $X(3872)$  es un estado con dos quarks  $c$  unidos por un *gluón* ( $c\bar{c}g$ )<sup>4</sup>. Éste también fue descartado fácilmente pues predecía una masa muy por arriba de 3.872 GeV. Una hipótesis aún más exótica es la que supone al  $X(3872)$  constituido puramente de gluones, llamado *glueball*, pero ésta prohíbe ciertos decaimientos que, de hecho, ya han sido observados en los experimentos.

<sup>4</sup> El gluón es la partícula que comunica la fuerza nuclear fuerte entre quarks, también responsable de mantener unidos a los protones en un átomo, venciendo a la fuerza de repulsión eléctrica que existe entre ellos.



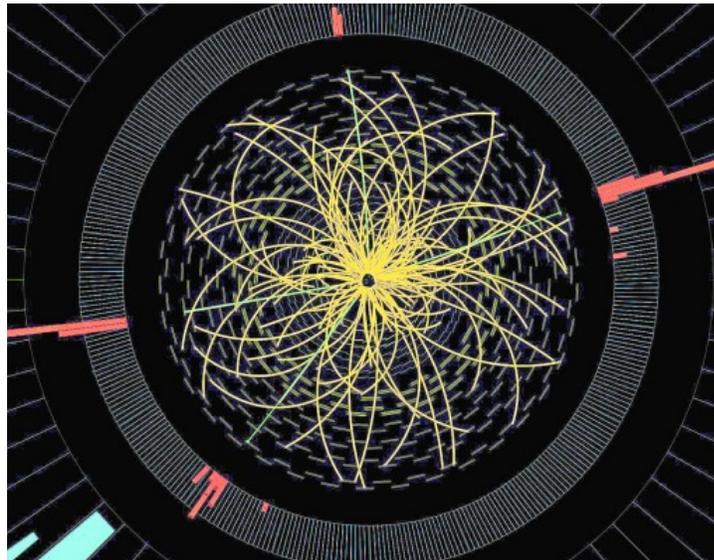
Crédito a: Michael Taylor, www.shutterstock.com

Aunque el modelo favorecido es el de un estado molecular, existen otras hipótesis aún más elaboradas o exóticas para describir a la partícula X. Sólo mediante mediciones más precisas de su masa, razones de producción, fracciones de desintegración a otras partículas, entre otras, será posible determinar su verdadera naturaleza y el modelo teórico adecuado para su descripción.

Existe evidencia de más partículas exóticas con encanto, como la  $Y(4260)$  que posiblemente sea la primera partícula híbrida descubierta. O la reciente observación de las llamadas  $Z_c(3900)$  y  $Z_c(4020)$  que por el valor de su carga eléctrica se cree que deben estar formadas por al menos 4 quarks. Sin embargo, sólo la existencia de la partícula X está fuera de toda duda.<sup>5</sup>

México participa en los esfuerzos para estudiar partículas exóticas con encanto a través de una colaboración formada por investigadores de varias

universidades e institutos de investigación del país que participan en los experimentos CMS del CERN (Suiza), DZero del Fermilab (EUA), y próximamente, Belle II del KEK (Japón).



*Carlos Arturo Pérez Alanis* es Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Dr. *Iván Heredia de la Cruz* es investigador de la UMSNH en la Coordinación de la Investigación Científica y colaborador de los experimentos CMS del CERN y DZero del Fermilab.

<sup>5</sup> Al tiempo en que se realizaba la edición de este artículo, el experimento LHCb del CERN anunció la confirmación inequívoca de la existencia de una partícula formada por al menos cuatro quarks, llamada  $Z(4430)$ .

# Entrevista

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo  
y Fernando Covián Mendoza

## Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa



Estudió la licenciatura en Biología (Facultad de Ciencias), con el tema de tesis Ecología de las interacciones. Después estudió la maestría en ciencias (Facultad de Ciencias, UNAM) con el tema de tesis Ecología poblacional de plantas. Hizo su doctorado en Ciencias (Universidad de Kyoto, Japón) con el tema de tesis Ecología genética.

Participa en el Macroproyecto con el tema Biología de la conservación. Su área de especialidad es Ecología molecular, Genética de la conservación y filogeografía.

Fue integrante del hoy Instituto de Ecología (IE) de la Universidad Autónoma de México (UNAM) y su secretario Académico, así como miembro fundador y primer director del CIEco (Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM Campus Morelia). Sus líneas de estudio son la ecología, la biología de la conservación y el aprovechamiento de los recursos genéticos.

Como conferencista ha participado en más de 70 congresos, y ha ofrecido 56 conferencias en seminarios y simposios, tanto a nivel nacional como internacional.

Dentro de sus publicaciones se encuentran 33 artículos de divulgación en libros y periódicos, un libro, ocho artículos en libros y 89 artículos de investigación (en revistas con arbitraje) internacionales indizadas.

Ha recibido diversos premios y reconocimientos por su trabajo como investigador, es miembro fundador de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, que presidió entre el 2009 y hasta el 2011.



**Alguien dijo que hay ciento cincuenta y cuatro definiciones sobre Ecología y que todas son correctas, este es un término que cada vez está más presente en nuestro lenguaje cotidiano, aunque su uso y su definición no sea correcta del todo. Para el lector común no especialista ¿Qué es la Ecología?**

**E**n primer lugar es un campo de conocimiento, una rama de la ciencia que trata de explicar cómo están distribuidos los organismos en el planeta en diferentes ecosistemas y las causas que determinan esta distribución. En pocas palabras, es el estudio de cómo interactúan los organismos -los seres vivos- entre ellos y su medio ambiente.

Que haya cientos de definiciones sobre el tema de ecología obedece a hacer énfasis en diferentes aspectos: en algunos casos, se habla más de la distribución de los animales, en otros más de las plantas. Pero la esencia de la ecología es explicarnos por qué están los seres vivos donde actualmente se encuentran, y hay áreas de la ciencia -incluso la propia ecología- que tratan de explicar por qué estuvieron otras especies antes de las que conocemos actualmente.

Si consideramos que hay un estimado de cerca diez millones de seres vivos en todo el planeta, la pregunta es ¿cómo están distribuidos esos diez millones? Así, no es nada raro pensar que haya tantas definiciones como organismos existentes.

**Ecología y Ecologismo ¿Son lo mismo?  
¿Son antagónicos? ¿Son complementarios?  
O dicho de otra manera ¿Un ecologista hace ecología?**

No. Ecología -ya lo mencionamos- tiene que ver con los estudios científicos que explican la distribución de los seres vivos. Y Ecologismo es como una especie de corriente social que se manifiesta de diferentes formas, puede ser a favor de conservar el medio ambiente o tiene que ver con la conservación de las especies.

No necesariamente son lo mismo. Los científicos dedicados a la ecología estamos más concentrados en explicar las causas iniciales, las básicas y fundamentales. El Ecologismo es un movimiento social esencialmente.

Ahora que haya ecólogos que en algún momento se manifiesten, no quiere decir que sean ecologistas, pero yo no conozco ningún ecologista que haga investigación científica en el área de la Ecología. Ambos no son antagónicos en esencia. Si lo vemos ampliamente desde el aspecto social, los ecologistas tratan de llamar la atención sobre los múltiples problemas ambientales que tenemos en el mundo y estas corrientes están apareciendo en todas partes del mundo.

**Efectivamente, hemos escuchado mucho sobre el deterioro ambiental y su impacto en la desaparición de muchas especies. ¿Cuán grave es este deterioro? ¿Estamos en alguna crisis y de alguna manera ésta puede ser revertida?**

Esto de la crisis ambiental, no es un fenómeno nuevo, es un fenómeno que podemos remontar muchos años, décadas incluso. Tiene que ver con los recursos naturales usados para la producción de muchos bienes que utilizamos todos los días todos los seres humanos.

Las poblaciones humanas empiezan a crecer de manera muy importante y obviamente requieren cada vez de más bienes; por ejemplo están los asociados a los bosques, templados o tropicales, en todo tipo de ecosistemas, cuyos recursos naturales son tomados y transformados en bienes.

Si consideramos que la población mundial actual se estima en más de siete mil millones de personas, todas requiriendo bienes, es explicable que en muchas partes del mundo ya no existan recursos naturales, y más cuando, por otro lado, la actividad humana a su vez genera una serie de desechos y de contaminantes.

El deterioro ambiental, no solo es por la pérdida de bosques y de especies, sino también por todos aquellos factores que causan contaminación, con los que todos nos encontramos cada vez más cercanamente. Todo mundo conoce un río contaminado, un bosque deforestado, la pérdida de alguna especie, la contaminación de los mares, la contaminación industrial...

Hay muchas situaciones y enfermedades que están asociadas a esos fenómenos del deterioro ambiental. Y ahora está el gran fenómeno: eso que está ocurriendo y se le llama "el cambio climático", que en la imaginación de la gente ocasionará un planeta más caliente y más seco, pues es lo que están prediciendo justamente los científicos. Hay muchos fenómenos, como inundaciones, lluvias en épocas que no esperábamos, atribuidas a los cambios climáticos globales que están afectando la vida cotidiana de las personas.

En ese sentido, sí estamos en una situación de crisis, difícil en muchas partes del mundo. Hay países que ya no tienen bosques naturales primarios (aquellos que fueron producto de la evolución natural de los seres vivos).

Hay lugares seriamente contaminados que va a ser muy difícil revertirlos. Sin embargo -y por supuesto- la ciencia en sus diferentes campos (ingeniería, biotecnología y otros de la biología...) está tratando de revertirlo. Para ello, es muy importante la actitud de los seres humanos, tanto individual como social en su conjunto, para las acciones y la toma de decisiones importantes y detener estos problemas ambientales.



## ¿Usted se desempeña en un campo de la ecología conocido como biología de la conservación, aunque también hace filogeografía y ecología molecular? ¿Qué es todo eso? ¿Cómo lo podemos definir?

En los bosques, en los ecosistemas naturales, hay un conjunto de especies a las que se les conoce como “especies claves”, porque juegan un papel muy importante. Son muy abundantes y coexisten e interactúan con otras muchas especies de tal manera que la desaparición de una trae consigo la desaparición de muchas otras. Esto, el apego de las especies a su ecosistema -lo que se puede expresar en pocas palabras-, requiere de mucha investigación en diversos sentidos.

Una especie de árbol (encino, pino, etc.), en su estado natural interactúa con cientos de especies de insectos, de bacterias, de hongos, con algunas decenas de aves, con mamíferos... Es muy importante conocer y medir el funcionamiento de un ecosistema en su conjunto, para poder en caso necesario llamar la atención sobre la importancia de sus especies y la conservación del ecosistema.

La biología de la conservación tiene diferentes niveles: Uno, por supuesto, las especies (encino, el colibrí, la ballena...); dos, la conservación del ecosistema en su conjunto y de los diversos ecosistemas.

Otro gran nivel estudiar la diversidad genética, es decir los genes, la información genética que tienen todos los seres vivos, para entender su evolución y por lo tanto su conservación. Aquí es donde se fusiona la ecología con las ciencias genómicas dando lugar a lo que hoy en día se le conoce como “ecología molecular”, creándose así un nuevo campo para tratar de explicar la evolución de las especies y llegar a su corolario: cómo conservar esas especies.

## ¿Cómo está la investigación en el campo de la ecología en general, en particular en los campos que usted cultiva aquí en México?

Ha crecido de manera muy importante, podría decirse que la investigación ecológica en México en muchas de sus áreas es de primer nivel y que ha aportado conocimientos significativos. Por ejemplo, México es uno de los líderes en el estudio de los bosques tropicales, de los varios tipos de ecosistemas tropicales.

Hay ecólogos nuestros que han destacado no solo por sus investigaciones en ecología básica, sino

también por sus estudios sobre la estructura y funcionamiento de una selva tropical, donde interactúan cientos de especies simultáneamente. Contamos en México con expertos en lo que tiene que ver con qué pasa si es alterado el sistema natural de una selva y cómo se le puede restaurar.

México ha hecho aportaciones muy significativas a nivel mundial, donde los estudios ecológicos tienen gran importancia. Cada vez son derivadas más ramas de la ecología, aumentan las publicaciones científicas y son realizados congresos internacionales en mayor número. ¡La ecología se ha vuelto en el mundo un campo impresionante de conocimientos, y además muy necesario!

## Mucha gente, jóvenes sobre todo, se están organizando y salen a las calles en México preocupados por la situación ambiental y la necesidad de conservar especies, ecosistemas, cultura ¿Qué mensaje les podría dar sobre todo en torno a la ciencia?

En torno a la ciencia, me parece muy importante esta inquietud de los jóvenes por cuidar los ecosistemas naturales. Además no es casual que en nuestro país haya tantas manifestaciones. México es en el mundo uno de los países más importantes en términos de diversidad biológica. Tenemos en nuestro territorio un porcentaje muy significativo del total de la biodiversidad mundial.

México es relevante por su número de especies de seres vivos y la cantidad en tipos de ecosistemas. Entonces, no es raro que esta información esté a disposición de los jóvenes y que ellos se den cuenta del tesoro biológico que estamos albergando, así como de los problemas ambientales que padecemos, como el saber que se ha acabado un bosque. Me parece muy genuino que estos jóvenes salgan a manifestarse, esa es una primera expresión de esta inquietud.

Hoy en día la palabra ecología está relacionada con muchas cosas, como la palabra agricultura que está vinculada a un área de conocimiento llamada agroecología. Y, en un ejemplo extremo, hay un área que se conoce como “ecología económica” (tratar de pensar modelos económicos que puedan regir la vida del mundo basados en principios ecológicos).

Lo anterior, nos lleva al gran concepto, al más moderno que está permeando todas partes del mundo como ciencias de la sostenibilidad o ciencias de la sustentabilidad (en eventos políticos y congresos científicos existe la palabra

sostenibilidad), para vivir en un planeta mejor, en un mejor ambiente, sobre todo para convivir la naturaleza con el ser humano y el ser humano con los seres vivos en general.

En esto hay un gran mensaje para todos los jóvenes para que se inserten en adquirir nuevas actitudes, nuevos conocimientos para aplicarlos en su vida cotidiana, porque prácticamente en todos los campos del conocimiento está involucrada la palabra ecología.

**La UNAM sin duda es un pilar de la educación y la investigación en México y ahora la podemos ver instalada en Morelia con toda su fuerza. ¿Cómo va ese proceso qué hay entre nosotros y qué podemos esperar en el futuro?**

El proyecto de la UNAM aquí Morelia ha sido muy importante. Inicialmente existían solo centros de investigación (en astronomía, ecología, geografía, ciencias de la tierra, matemáticas y ahora en materiales), con un gran cuerpo de investigadores. Hace un par de años se crea la Escuela Nacional de Estudios Superiores, para diversificar la oferta educativa a los jóvenes del país y por supuesto de Michoacán. Así, el de Morelia es el único campus de la UNAM fuera del área metropolitana de la ciudad de México que combina la investigación y la enseñanza superior.

**Usted encabeza la creación y consolidación de esta Escuela Nacional de Estudios Superiores ¿Cómo van?**

La escuela fue creada en diciembre del dos mil once bajo un plan de desarrollo para ofrecer un conjunto de licenciaturas en temas de pertinencia nacional. Iniciamos con nueve carreras y ya empezamos con algunos programas de posgrados.

Las licenciaturas que iniciamos aquí no se ofrecen en la ciudad de México, de donde han pedido que algunas de ellas sean abiertas también allá. Estas carreras que tienen temas muy novedosos pueden atraer además de a jóvenes de Michoacán a estudiantes de otras partes de México, y nosotros queremos que en el futuro atraiga a provenientes de fuera del país, para que sea la escuela también una alternativa internacional.

No son solo carreras científicas, también licenciaturas en el campo de las ciencias sociales, las humanidades y las artes, la búsqueda es tener un balance. Prácticamente todas las licenciaturas están aprobadas. Para agosto tenemos un

programa para la formación de maestros de educación media superior del estado, y el próximo año ya vamos a ofrecer programas posgrados en ciencias biológicas, ciencias de la tierra y ciencias de la sostenibilidad.

También vamos a tener un programa de extensión universitaria, queremos traer a Morelia eventos que realiza la UNAM en México y así de alguna forma complementar con la actividad cultural que realizan el gobierno del estado y otras entidades como la Universidad Michoacana.

**Muchos jóvenes están en el trance de elegir carrera, algunos quieren hacer ecología ¿Cómo pueden lograrlo?**

Entre los ecólogos que yo conozco, la mayoría primero hicimos la carrera de biología. Y después en la maestría o en el doctorado nos fuimos especializando.

Cuando considerábamos que podría ser muy importante una carrera en ecología en el campus de la UNAM en Morelia investigamos ampliamente y supimos que en México solo tres universidades dan la licenciatura en ecología. Así, reunimos un conjunto de expertos en el área y ahora ya tenemos una propuesta.

La idea es no esperar a hacer toda la licenciatura en biología para continuar hacia la ecología, sino que aquellos jóvenes que ya estén convencidos que les interesa, una vez concluido el bachillerato puedan ingresar a esta nueva licenciatura en ecología, que en el caso de la UNAM solamente va a ser impartida aquí en el campus Morelia. Y yo esperaré que en el dos mil quince la iniciemos con la primera generación.

**Usted realizó parte de su formación científica en México y parte en Japón. Aunque las comparaciones siempre son odiosas, el que haya tenido ambas experiencias le da una muy buena perspectiva. ¿Cómo andamos en México? ¿Es indispensable realizar el posgrado en el extranjero o nuestro país ya cuenta con la calidad suficiente en áreas específicas?**

Las dos preguntas tienen respuestas afirmativas. En México hay una calidad excepcional -lo repito y lo puedo asegurar- en prácticamente todos los campos del conocimiento, sean ciencias, ciencias sociales y humanidades y las artes.

Sin embargo, para su formación, yo sí creo que los jóvenes tienen que salir a conocer el mundo, les va a cambiar la perspectiva, no de aquello a lo que se van a dedicar, sino su perspectiva de vida. Yo estuve en Japón varios años realizando estudios de doctorado y posdoctorado. Allí varios de los premios Nobel son investigadores de las universidades públicas japonesas o de alguna empresa privada, allá se genera mucho conocimiento muy nuevo en áreas que ni usted ni yo nos imaginamos.

Pero más allá de esto, es muy importante que los jóvenes salgan a otras fronteras. Les cambia la vida, ya desde el salir de su casa. Ese primer enfrentamiento les da la capacidad de tomar decisiones, oportunidad de conocer otras culturas y de enfrenarse con jóvenes de su misma edad provenientes de otras partes del mundo. En fin. México tenemos campos de conocimiento bien desarrollados, es muy importante salir, yo diría que no solamente a los países que se consideran más desarrollados, yo creo que hay que conocer otras partes y en particular el que estudia ecología seguramente va a querer estudiar algún sistema natural en un país que no sea de primer mundo, porque esos son los países que tienen más sistemas naturales sin explorar.

Si se estima que en el mundo hay diez millones de especies, es bueno añadir que más del 80% de esas nadie las ha estudiado. La biodiversidad de México y del mundo es impresionante. ¡Y existen ocho millones de especies por descubrir! Eso es un campo fértil para cualquier joven que quiera estudiar biología o ecología o ciencias ambientales o de áreas afines.

**Sabemos que a usted le interesa mucho la divulgación de la ciencia inclusive la Universidad Michoacana le ha reconocido esta actitud, en esto participa con artículos, con programas de radio, libros entre otras cosas ¿Considera que los científicos deben dedicarle tiempo a la divulgación?**

Sí, pero no todos los científicos, En México también hay excelentes científicos divulgadores que han sabido atraer a jóvenes y niños hacia la ciencia, un mundo que para mucha gente es como una caja oscura. También por los medios de comunicación la gente sabe cada vez más de ciencia. Y queramos o no, todos los días hablamos de ciencia. Si decimos cambio climático, eso es un tema científico, si hay temblores, todos decimos de la escala de Richter y las placas tectónicas. Todos hablamos de ciencia todos los días y lo que hacemos los científicos es

hablarles de cosas que no salen en los medios de comunicación.

La ciencia se ha popularizado, porque en todos los medios siempre se escribe, se habla o se piensa sobre algo de la ciencia. Además ya hay comunicadores que se especializan y así gradualmente habrá más y más expertos en divulgación de la ciencia. A esos comunicólogos lo único que les digo es: 'Amigos, si tienen duda pregunten a un científico antes de escribir un artículo o de hacer un documental...'. Y lo harán mejor, porque ellos están preparados para comunicar. Entonces, los científicos podrían dedicar el 90% de su tiempo a investigar y a transformar estudiantes en nuevos jóvenes científicos.

**¿Además de la ciencia que otros campos de la cultura le interesan?**

Me interesan la literatura, el cine y el teatro, aunque a estos últimos no acudo con frecuencia, ahora pero sí leo mucho. Podría decir que soy un buen lector: leo cualquier novedad literaria, trato de adquirirla y leerla, y tengo comunicación con otros científicos que les gusta leer literatura para reunirnos, discutir y platicar. Soy un lector no muy disciplinado como quisiera pero sí leo bastante. Y voy exposiciones y actos de literatura, pintura, y otras.

Y ahora como director de la escuela acudo también a muchos eventos académicos importantes, que tienen que ver con la cultura, porque lo que queremos es promover la cultura entre los jóvenes. En la Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia acabamos de decidir que un joven egresado de nuestra escuela tiene que haber cumplido con un conjunto de actividades culturales: haber consultado un cierto número de libros y haber asistido a conciertos de música, a exposiciones y eventos culturales de diferente naturaleza. Esto es parte de su formación, aunque no sea curricular. Y los profesores queremos dar el ejemplo.

**Y en lo personal ¿Qué otras aficiones tiene usted?**

Por supuesto, mi carrera como científico. También en mi vida personal tengo relaciones con ciertas personas que les gusta contribuir a la resolución de ciertos problemas, particularmente los ambientales, y hacer cosas de vinculación social. Y en lo personal, un poco de deporte y como dije, leo mucho.

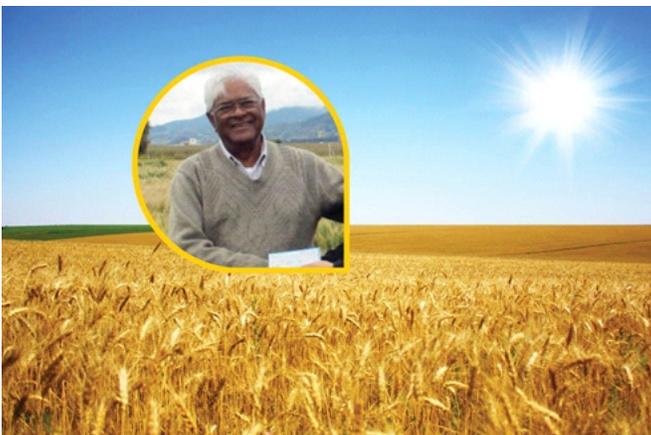




**E**ste premio es considerado el “Nobel” de la agricultura y fue otorgado a un científico mexicano naturalizado, nacido en la India, El doctor Sanjaya Rajaram Devi, seleccionado por sus contribuciones al desarrollo de trigo de alto rendimiento.

El premio consiste en 250 mil dólares y será entregado el 15 de octubre de este año en Des Moines, Iowa, Estados Unidos de América. Es el mayor reconocimiento internacional a quienes han coadyuvado al desarrollo de la humanidad, a través de la mejora de la calidad y disponibilidad de alimentos.

EL Dr. Rajaram nació en India en 1943 y es naturalizado mexicano, desde 1969 ha realizado investigaciones sobre el mejoramiento de trigo, obteniendo como resultado el desarrollo de 480 variedades de trigo resistentes a diferentes enfermedades y adaptables a múltiples climas, aportando con ello un aumento en la producción de trigo a nivel mundial ya que se cultivan en 51 países en más de 58 millones de hectáreas.



La mayoría de sus investigaciones las ha realizado en México en el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT), donde ha colaborado con más de 400 científicos. El Dr. Rajaram trabajó al lado del eminente científico estadounidense Norman Borlaug, el “padre de la Revolución Verde”, en campos experimentales de trigo en El Batán, en Toluca y en Ciudad Obregón, y se convirtió en director del CIMMYT en 1972.

En 2005, este gran científico fundó Resource Seeds Mexicana que después se convirtió en Resource Seeds Internantional, empresa en la que se desarrollan granos con las mejores características para México. Esto ha permitido tener uno de los mejores bancos genéticos de trigo, del cual se han liberado las variedades de trigos cristalinos (RSM-IMPERIAL C-2008, RSM-CHAPULTEPEC C-2008 y BICENTENARIO C-2011) y variedades de trigos harineros como la RSM-NORMAN F-2008, CAL BLANCO F-2011 y MATCHETTF-2011.



Entre los logros más relevantes destaca la obtención de variedades de trigo por la hibridación de genotipos de invierno y de primavera, produciendo plantas de mayor rendimiento y resistencia en una amplia gama de ambientes. Algunas de estas variedades de trigo presentan dos temporadas anuales de cosecha en lugar de una, otras son resistentes a plagas y enfermedades.

El doctor Rajaram ha dedicado la mayor parte de su vida a la investigación e innovación, por lo que se le considera un gran aportador para la alimentación a nivel mundial.

Para saber más:

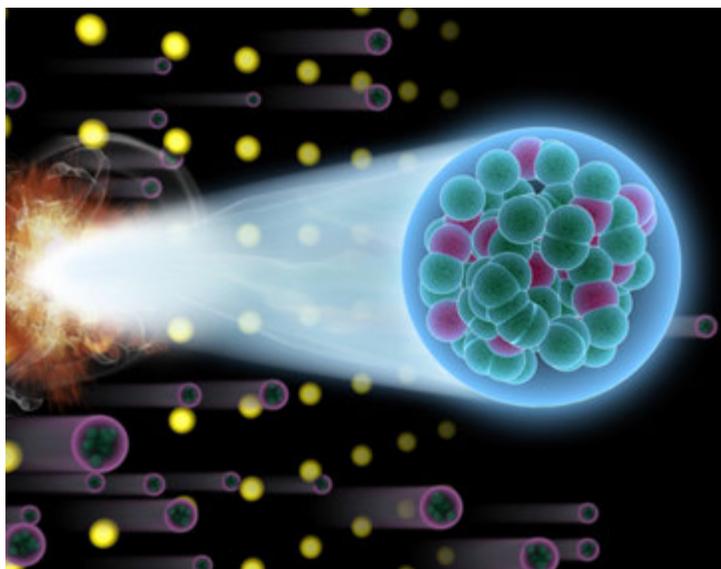
[http://www.worldfoodprize.org/en/laureates/2014\\_rajar\\_am/](http://www.worldfoodprize.org/en/laureates/2014_rajar_am/)  
<http://books.google.com.mx/books?id=GTgyFJpB0YIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>



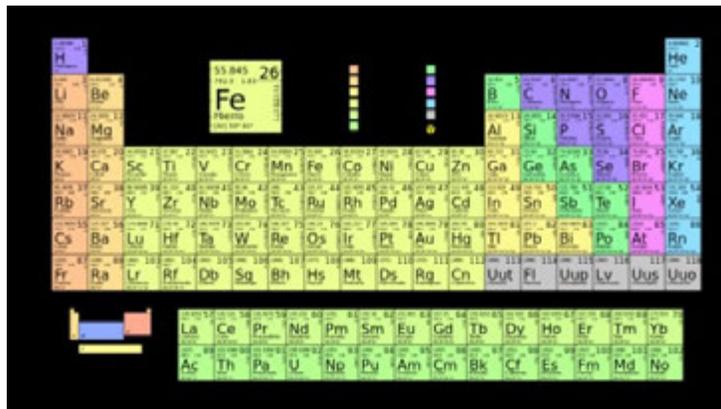
**E**n 2010, el científico ruso Yuri Oganessian del Joint Institute for Nuclear Research de Dubna, en su país, junto a colaboradores del Oak Ridge National Laboratory de Estados Unidos, descubrieron el ununseptio o ununpentio (Uus). El Uus se caracteriza por ser 40% más pesado que el plomo, colocándose como el segundo elemento más pesado del mundo; sólo por detrás del Ununoctio (el Ununoctio tiene 118, mientras que el Ununseptio, 117).

Para ocupar su puesto 117 en la tabla periódica, un equipo de investigadores de cuatro continentes en el Centro Alemán GSI, la compañía para la investigación de iones pesados, confirmó su síntesis, por lo que fue oficialmente reconocido según las normas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

Este nuevo elemento químico fue creado al hacer colisionar isótopos de calcio-48 (tiene 20 protones y 28 neutrones) contra otros de berkelio-249 (con 97 protones y 152 neutrones). El experimento fue

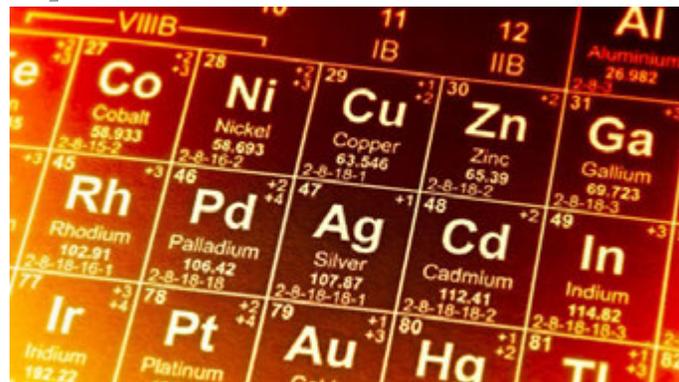


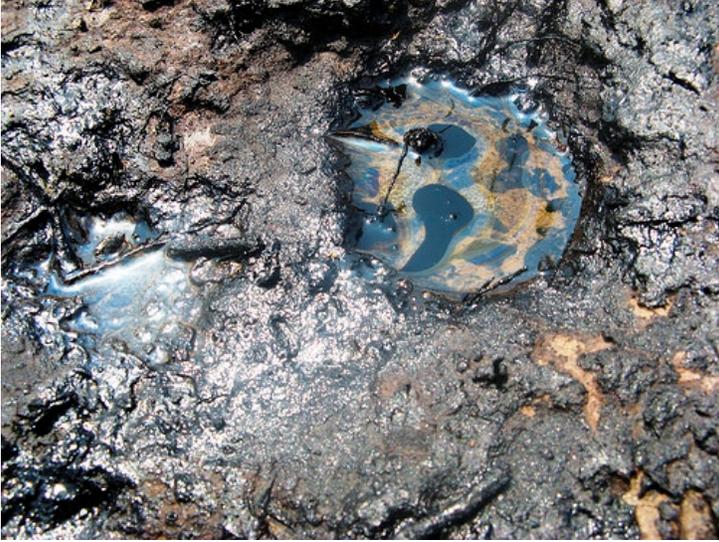
realizado por un equipo internacional de químicos y físicos dirigido por el Profesor Christoph Düllmann, que forma parte de la Universidad Johannes Gutenberg de Mainz del Instituto Helmholtz de Mainz (HIM). El equipo estaba integrado por 72 científicos e ingenieros de 16 instituciones en Australia, Finlandia, Alemania, India, Japón, Noruega, Polonia, Suecia, Suiza, el Reino Unido y Estados Unidos. Los resultados fueron publicados en la revista científica Physical Review Letters [<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.112.172501>].



El nombre de este elemento va en relación a su número atómico en latín (uno uno siete). Es un elemento radiactivo que no existe en la naturaleza: es de producción sintética y de carácter superpesado. Se cree que es sólido, aunque su clasificación auténtica aún se desconoce. Además, pertenece al grupo de los halógenos.

Todos los elementos con número atómico superior a 82 (plomo) son inestables. La vida media de los más superpesados dura escasos milisegundos, pero aun así, los científicos piensan que 'sobreviven' unos instantes gracias a 'islas de estabilidad' temporales entre los protones y neutrones. El último elemento agregado a la tabla periódica oficialmente había sido el Flerovio (114) y Livermorio (116) en el 2011.





metálicos, y así optimizar la biorremediación de los suelos. De esa forma, manifestó el investigador de la UAZ, se determinó la eficacia de las *L. bulgaricus* a fin de “atrapar” a los metales pesados y descontaminar diversos ecosistemas de manera biológica.

El investigador de la casa de estudios zacatecana manifestó que el empleo de *L. bulgaricus* para la descontaminación de suelos representa una alternativa inocua, económica y natural, capaz de lograr la descontaminación de suelos en zonas mineras del país, o de aguas contaminadas cuya polución se origine por los desechos industriales.

**C**ientíficos de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), en colaboración con expertos del Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos, en Buenos Aires, Argentina, buscan hacer uso de bacterias lácticas conocidas como *Lactobacillus bulgaricus* (conocidas popularmente como búlgaros) para recuperar suelos contaminados por agentes tóxicos, como metales pesados.



El doctor Cuauhtémoc Araujo Andrade, investigador de la Unidad Académica de Física de la UAZ, manifestó que la investigación busca aprovechar las propiedades que permiten que las *L. bulgaricus* capture a otras bacterias dañinas para impedir su actividad patógena en el organismo humano. Pero ahora se busca que esa cualidad sea aprovechada para que tales microorganismos capturen iones de metales pesados que contaminan suelos y aguas (biorremediación).

Araujo Andrade agregó que gracias a la sinergia de la institución argentina y la UAZ, se ha documentado que uno de los factores más relevantes que permiten una óptima descontaminación del suelo se refiere al tamaño del radio de los iones contaminantes, ya que entre mayor sea éste en los metales hay más eficiencia en el “secuestro iónico” por parte de las bacterias.



Araujo Andrade manifestó que la aportación de la UAZ consistió en emplear un novedoso método fotónico (basado en el uso de luz infrarrojo) para obtener información acerca de cómo es que esas bacterias interactúan con distintos tipos de iones

Otro de los avances que permitirán emplear estas bacterias lácticas de manera más eficaz, reside en la observación de que algunas colonias de bacterias son más efectivas que otras para “secuestrar metales”, por ello, tales resultados podrían fungir como base en el objetivo de seleccionar y cultivar colonias específicas de esas bacterias en el objetivo de lograr la biorremediación. ■

Fuente: AGENCIAID/DICYT



## EXOESQUELETOS

Horacio Cano Camacho

**E**n la inauguración del mundial de fútbol Brasil 2014 se programó la presentación del exoesqueleto WAP (por Walk Again Project o caminar de nuevo). Un joven que sufre de cuadriplejía o inmovilidad de sus miembros inferiores y superiores, se entrenó durante varios meses para pararse de su silla de ruedas y caminar mediante el artificio, hasta dar la patada inicial del juego inaugural. Se trataba, a decir de sus desarrolladores, de un exoesqueleto controlado por la mente, una tecnología revolucionaria que podía transformar la vida de millones y el mundial de fútbol sería el escenario ideal para presentarlo, con sus millones de espectadores en todo el mundo.

Pero algo salió mal y la presentación fue relegada a un acto más del espectáculo (bailes, samba y esa parafernalia) y finalmente la televisión ni le hizo ningún caso, lo cual incluso motivó el despido del realizador del evento. De manera que nadie sabe a ciencia cierta que es el wap y si realmente constituye un adelanto como se había anunciado...

Días después de ese fiasco, la FDA (algo así con administración para drogas y medicamentos) estadounidense, autorizó la comercialización del primer exoesqueleto que permite caminar a personas con paraplejía. El invento se llama ReWalk y consiste en un aparato motorizado a manera de un

soporte externo para las piernas que permite caminar, con ayuda de muletas, a personas con lesiones en la médula espinal completa o parcial.

La idea es que junto a la terapia física, la capacitación y la asistencia de un cuidador, las personas con este tipo de daño puedan utilizar estos dispositivos para caminar de nuevo.

El diseño de este tipo de equipos no es una tarea trivial. Se requiere construir una estructura de metal u otro material más ligero pero de alta resistencia que se pueda ajustar a las piernas y el torso. Luego hay que diseñar un sistema de articulación para las rodillas, los tobillos y la cintura (cadera). Esto es un problema por que de esto depende que el exoesqueleto pueda realizar movimientos articulados y no constituir una camisa de fuerza.

Otro reto es el proveer a este esqueleto de motores que permitan el movimiento, un sensor de inclinación y por supuesto, una fuente de alimentación eléctrica para todo el conjunto. En el caso del ReWalk, hay un control remoto que se coloca en la muñeca y que permite "ordenar" a los motores ciertos movimientos para que el exoesqueleto se ponga de pie, se doble para sentarse o articule los movimientos para caminar.

Un problema adicional al uso del aparato lo constituye la aparición de úlceras (escaras) por presión y lesiones asociadas. También hay un problema de hipertensión asociada a la presión diastólica durante su uso. Recordemos que el movimiento constante en una persona sana disminuye la compresión constante sobre ciertas zonas del cuerpo, pero en una persona que se encuentra inmóvil, esta presión va provocando lesiones que se convierten en úlceras que van de leves a muy graves. Aquí se requiere usar materiales de recubrimiento que representen menor rozamiento con la piel e incluso materiales que constantemente estén trasladando la presión a diferentes zonas.

En el caso de la presión, recordemos que la sangre retorna de las piernas al existir movimientos peristálticos en las venas y arterias generados por las capas de músculos que forman los vasos sanguíneos. En el caso de las lesiones medulares, al no existir el impulso nervioso que haga “latir” estos músculos, los vasos se atrofian provocando que la sangre que llega a las piernas no retorne al corazón con la suficiente presión. Esto puede generar cambios bruscos en la presión sanguínea y llevar a mareos, desmayos e incluso a la formación de coágulos o trombos con consecuencias muy graves. La solución se encuentra también en el diseño de dispositivos que “hagan” eficiente el retorno de la sangre. Estos dispositivos ya existen en el mercado y se usan para los trajes de los pilotos de aviones. El problema es su alto costo y la carga adicional que representan para el exoesqueleto.

Aún estamos lejos del exoesqueleto ideal. Además de los riesgos y limitaciones asociadas a su uso: un caminar muy robótico, el peso enorme de las estructuras de metal y las baterías para la alimentación eléctrica, la dependencia de palancas o “joystick” (como si tratara de una grúa), el costo es prohibitivo para la mayoría de los pacientes.

El permiso de la FDA constituye un gran avance que puede estimular la inventiva y otras iniciativas para innovar en el campo. Ahora se está trabajando en exoesqueletos “bioinspirados” como el que se debió presentar en Brasil. Estos exoesqueletos contienen biosensores conectados al cerebro que detectan el deseo de movimiento y lo convierten en señales o pulsos eléctricos a los mini motores que mueven las piernas. El fracaso del modelo brasileño por razones ajenas a los investigadores fue rápidamente compensado con el anuncio norteamericano, ya que ReWalk es de este tipo.

En fin, estamos asistiendo no sólo a la generación de esperanzas para los millones de personas con lesión medular, sino también al nacimiento de una nueva ciencia, la neurorobótica o neuroprotésica que ya se ha apuntado éxitos como este esqueleto o ratones que recuperan el movimiento o incluso mover manos artificiales con la mente... ■



Exoesqueletos

# EL CUERPO TRANSFORMADO

*Cyborgs y nuestra descendencia tecnológica en la realidad y en la ciencia ficción*

Horacio Cano Camacho

**H**ace cuatro años yo hubiera recomendado el libro que presento hoy como una buena lectura de Ciencia Ficción, para ser leído como un buen ejemplo de literatura fantástica. Pero sorpresas que da la vida, ahora está más vigente que nunca. Se trata de *“El cuerpo transformado”, cyborgs y nuestra descendencia tecnológica en la realidad y en la ciencia ficción* de Naief Yehya (Paidós, México 2001. ISBN 9688534668). Yehya es un narrador y crítico cultural mexicano, colaborador de muchas revistas culturales y periódicos nacionales. Entre su obras más conocidas y que también recomiendo se encuentran *Tecnocultura, el espacio íntimo transformado en tiempos de paz y guerra* (TusQuets), *Pornografía, sexo mediatizado y pánico moral* (Plaza y Janés) en los que analiza el impacto de las nuevas tecnologías, en particular la internet y las redes sociales en ciertos aspectos de la cultura popular y la vida cotidiana de los ciudadanos.

En *El cuerpo transformado*, Yehya analiza el impacto de la alta tecnología (computación, nanotecnología, biotecnología, robótica, entre otras) sobre la humanidad. El desarrollo de la ciencia y la tecnología plantea la posibilidad de dar lugar a una utopía de la ciencia ficción: crear vida inteligente no biológica, liberarnos del cuerpo y superar la condición mortal.

Sin embargo, no todo es esperanza. Vivimos una época en la que la utopía de contar con máquinas “inteligentes” que se encarguen de las labores más penosas no se ha manifestado. Por el contrario los aparatos más inteligentes están representados por drones, aviones operados a control remoto que configuran el arsenal de la guerra moderna que diariamente cobran la vida de civiles inocentes. En otra línea, los robots representan máquinas

industriales de gran precisión. Nada de androides amistosos...

En este mismo número de *Saber más* damos cuenta de algunas luces en la transformación del cuerpo humano: el diseño de prótesis inteligentes, capaces de ser controladas con impulsos nerviosos de nuestro cerebro. En el frente de la biología, se han desarrollado modelos experimentales que pueden asumir funciones de órganos y tejidos naturales. Estos avances son aun limitados, pero han dado lugar al surgimiento de nuevas disciplinas científicas que en la época en que el libro de Yehya fue publicado no existían como un proyecto real: la neurorobótica y el diseño de órganos a partir de cultivo de células o ingeniería de tejidos. La idea de trasladar la mente humana a máquinas está un lejana, pero no podemos negar la enorme capacidad lograda para el almacenamiento de información que en chips pequeñísimos.

Naief Yehya analiza el desarrollo de la cibernética y la coalescencia con otras disciplinas como la robótica, la computación, la bioingeniería que podrían lograr la superación de la fragilidad del cuerpo humano. ¿Será posible?

Apenas hace unos días, una prestigiada revista científica publicó un artículo sobre la programación de células musculares en marcapasos cardíacos, capaces de organizar y modular el “latido del corazón”. Hay también reportes de la conversión de células de ciertos tejidos en otros tipos funcionales, lo que permite esperar que dentro de poco podamos construir órganos de reemplazo. Noticias como éstas vuelven más inquietante el libro del cuerpo transformado y lo hacen muy recomendable para leer ahora...■

# PROBIÓTICOS

Rafael Zamora Vega



**N**uestro organismo está habitado por alrededor de 1,500 especies de bacterias que conviven en armonía y pesando alrededor de 2 kilos, es lo que comúnmente llamamos “Flora Intestinal”, la cual comienza a desarrollarse después de nuestro nacimiento. Estos microorganismos nos benefician realizando diferentes tipos de funciones, tales como la síntesis de vitaminas, digestión de nutrientes complejos que nosotros mismos no somos capaz de digerir como por ejemplo la fibra y también neutralizan microorganismos patógenos evitando que se adhieran a las paredes del intestino y así evitar efectos nocivos a la salud.

Como hemos podido apreciar, tener una flora estable y bien equilibrada es garantía de salud, pero una mala higiene acompañada de una mala alimentación y falta de ejercicio pueden provocar su desequilibrio, lo cual puede prevenirse administrando bacterias benéficas por medio de cultivos microbianos como el yogurt, los cuales reciben el nombre de probióticos, palabra que deriva del latín “*pro*” que significa 'por' o 'en favor de', y del griego “*bios*” que quiere decir vida, por lo que el término probiótico significa a favor de la vida.

Los probióticos han cambiado la percepción que se tenía anteriormente respecto a las bacterias. Hoy en

día sabemos de su importancia y de los beneficios que nos aportan sin dejar de mencionar que realizan diferentes actividades benéficas que aún no conocemos, pero que no estamos lejos de saber.

Para que un microorganismo sea considerado como probiótico debe de reunir ciertas características como por ejemplo colonizar el intestino delgado y grueso, no ser tóxico, ser seguro para uso alimentario y clínico, y aportar beneficios a la salud del huésped. Entre estos últimos están el evitar el desequilibrio de la flora intestinal, evitar la colonización de microorganismos patógenos, producción de vitaminas del complejo B, reducir la incidencia y duración de las diarreas, apoyar al sistema inmunológico y así como reducir los niveles de colesterol en sangre, entre otras.





Lactobacilos

Los agentes probióticos más comerciales están compuestos por células viables de bacterias ácido-lácticas pertenecientes a los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, las cuales son componentes importantes de la microflora gastrointestinal humana. Estos microorganismos están presentes en todos los productos lácteos fermentados.

Este tipo de bacterias requieren cierto tipo de alimento que estimule selectivamente su crecimiento y entre estos nutrientes se hallan la fibra, proteínas no digeribles, lípidos y ácidos grasos insaturados, entre otros. Estos nutrientes son llamados prebióticos. Así, los probióticos son microorganismos benéficos al ser humano y los prebióticos son los alimentos que consumen los probióticos. Una de las características de los prebióticos es que son nutrientes que no son degradados por nosotros y por tanto llegan intactos al intestino grueso, y ahí estimulan el desarrollo y metabolismo de la flora intestinal y así ejercer un beneficio a la función intestinal.

La utilización de los probióticos ha sido recomendada para personas con tratamiento de antibióticos, ancianos, mujeres en el embarazo,

quemaduras, disturbios intestinales y para mejorar la intolerancia a la lactosa. Aún no ha sido posible establecer una dosis general para los probióticos, la cual debe ser basada en estudios que muestren un beneficio para la salud en humanos. Sin embargo, frecuentemente se menciona que en alimentos elaborados con este tipo de bacterias benéficas debe haber por lo menos 10 millones de células viables por cada 100 mililitros, pero la dosis dependerá del microorganismo utilizado, de la forma de consumo y del efecto que se desee obtener.

Productos con alta cantidad de probióticos son el yogurt y las leches fermentadas. Recuerda: ¡Los probióticos ayudan a tu sistema digestivo, y los tienes que alimentar con prebióticos como la fibra! ■

M.C. Rafael Zamora Vega es Profesor de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

# RoboCop

Horacio Cano Camacho

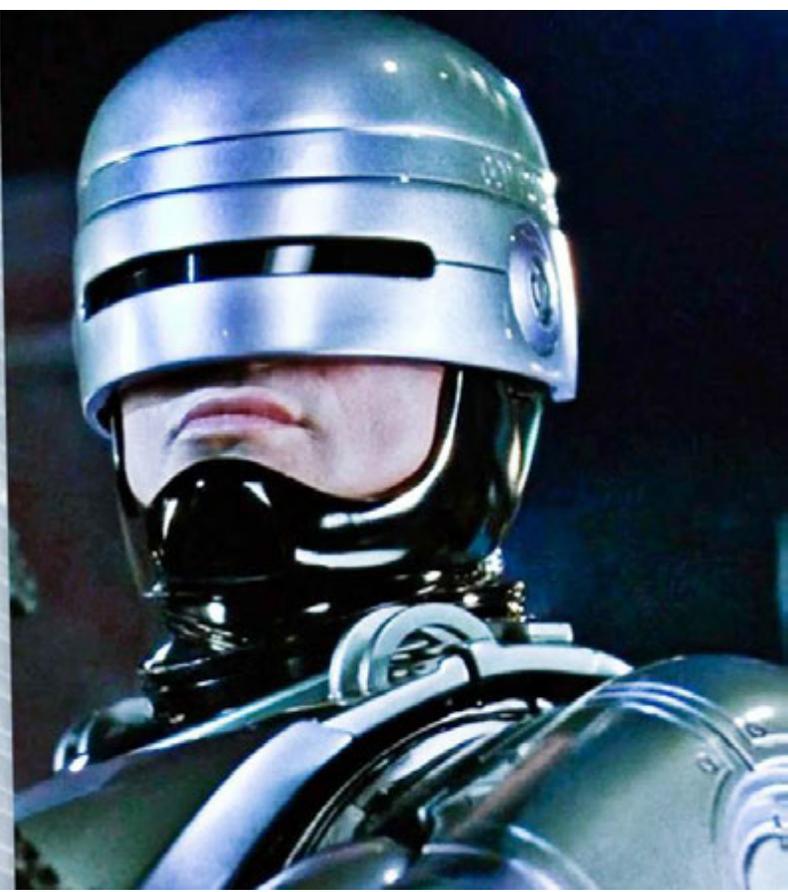
La película que voy a recomendar hoy es el realidad un refrito. La original data de 1987 y fue dirigida por Paul Verhoeven. Esta fue dirigida por el brasileño José Padilha (Bus 174; Tropa de élite, ambas películas brasileñas de gran éxito).

En el cine le llamamos refrito, o en inglés remake, a una adaptación o una nueva versión de una película previamente lanzada o exhibida. Un refrito reproduce fielmente tema, personajes y situaciones como la obra original, incorporando, si acaso, nuevas tecnologías cinematográficas y algunos elementos que la hacen “más actual”.

En mi experiencia, los refritos suelen ser inferiores al original, aunque mejor realizados por los avances técnicos y mayor presupuesto. Claro que hay excepciones. Mejor vean ambas y ustedes juzguen. A mi me parece, que sin ser una obra de gran aliento, Robocop 2014 se defiende bien, sobre todo si estamos pensando en el despliegue tecnológico y el reparto, creo que mejor representado que en la original. La versión 2014 logra recrear el ambiente opresivo de la versión original y en gran medida su tono subversivo, aunque la original es más creíble. En fin, lo interesante es la trama. En términos generales, Robocop, original y copia, tratan de un

futuro distópico, en donde las corporaciones industriales dominan el mundo, anteponiendo sus intereses económicos a las necesidades sociales y ambientales, y esto lo logran a partir del control represivo y la corrupción de la justicia y las fuerzas del orden (¿dónde habremos escuchado esto?). En ese mundo, la represión la logran a través de policías y delincuentes trabajando para sus intereses de manera soterrada, pero constante.

Alex Murphy es un policía en la Ciudad de Detroit, honesto, buen padre y esposo ejemplar que se esfuerza por realizar su trabajo y permanecer limpio de la corrupción que campea en la policía. En una de sus misiones descubre una liga entre sus compañeros y un grupo mafioso y como consecuencia es atacado y resulta gravemente herido en un atentado. A punto de morir, su esposa autoriza que las partes dañadas de su cuerpo sean reemplazadas por artilugios biomecánicos que lo transforman en un Cyborg poderoso (Cyborg es acrónimo de organismo cibernético). Robocop reúne una serie de cualidades sobre los robots “puros”: a su fuerza, habilidades y extraordinaria resistencia se une la capacidad de reflexionar, tomar decisiones apelando a la ética y sentido de justicia.



Estas cualidades, son de manera paradójica, su perdición. OmniCorp, la corporación detrás de su “reconstrucción” requiere una máquina sin alma, con la finalidad de disfrazar sus verdaderos intereses: lograr la introducción de máquinas para hacerse del control franco de la justicia y con ello, controlar a la sociedad para sus aviesos fines. No les cuento más, Robocop es una película interesante y ciertamente palomera para una tarde de vacaciones o de domingo.

Traigo a cuenta esta película por otras razones. En 1987, año del estreno de la primera versión, la posibilidad de reconstruir un cuerpo humano con partes combinadas de lo orgánico con lo mecánico era patrimonio casi exclusivo de la fantasía. No es que en 2014 la situación haya cambiado del todo, o por lo menos un cyborg ya sea posible, sin embargo muchas cosas si han pasado en el campo de la ciencia y la tecnología que nos hacen mirar esta parte de las cintas de otra manera. La neuro-robótica y la neuroprotésica son ya disciplinas emergentes.

En la sección de tecnología de Saber más damos cuenta de los esfuerzos para construir exoesqueletos que puedan reemplazar o extremidades o capacidades motrices dañadas en accidentes o enfermedades. Y la idea es que estos artilugios sean controlados por el pensamiento. Si

bien estamos lejos aun de convertirlos en soluciones verdaderas de reemplazo, la tecnología muestra grandes avances. Por otro lado, la biología ha permitido el desarrollo de la llamada ingeniería de tejidos, un sistema que permite el “cultivo” y diferenciación de células y tejidos con la finalidad, en un futuro, de diseñar órganos de reemplazo, lo cual transformaría radicalmente la medicina.

Esto hace a la película que hoy comentamos, interesante, puesto que las soluciones de ingeniería que se buscan son muy cercanas a las que propone la cinta. Por supuesto, la ciencia está interesada en atender a víctimas de accidentes, defectos congénitos y en ciertos campos, crear instrumentos de trabajo para actividades que resultan muy pesadas o peligrosas, no en construir soldados o policías...■



Robocop



## En invierno el sol está... ¡MÁS CERCA!

Salvador Jara Guerrero

**E**s una creencia común pensar que en invierno hace más frío porque el sol está más lejos y que en verano el calor se debe a que el sol está más cerca. Es cierto, pero sólo en la parte sur de nuestro planeta; en el norte, donde se encuentra México, ocurre exactamente lo contrario:

Estamos más lejos del Sol en verano y más cerca en invierno.

Pero, ¿por qué hace más frío en invierno en el norte de la Tierra, si estamos más cerca del sol?

La razón es que la Tierra está ligeramente inclinada.

Para entender mejor lo anterior te propongo el siguiente experimento:

Por la noche, elige una habitación que tenga un foco en el techo, toma un libro y ábrelo en cualquier página, cuida de que tu sombra no tape el libro.

Dirige la página del libro hacia el foco, observa cómo se ilumina.

Gira el libro lentamente hacia ti, notarás cómo rápidamente disminuye la iluminación sobre él. Al ir inclinando el libro le llega menos luz que cuando estaba colocado de frente.

Pues lo anterior es exactamente lo que ocurre con nuestro planeta, aunque en invierno estamos más cerca del sol, la parte norte de la Tierra queda muy inclinada y entonces recibe en realidad menos rayos de luz.

Además, como nuestro planeta está rodeado por la atmósfera, en invierno los rayos del sol tienen que pasar mayor cantidad de aire para llegar a nosotros, debido a la inclinación de la Tierra. Pero el aire cumple una función muy importante, hace que la tierra sea una especie de termo, es decir, sirve para que nuestro planeta no se enfríe ni se caliente tan rápido.

En la luna no hay aire y su temperatura puede llegar a más de 130 grados y bajar casi menos doscientos grados.

# Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Coordinación de la Investigación Científica



**Coordinación de la Investigación Científica**  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**EL DESARROLLO HUMANO Y LA EDUCACIÓN, DEBEN SER LA PRINCIPAL INVERSIÓN DE UN PAÍS: EMBAJADOR DE KUWAIT**  
Morelia, Mich., 6 de septiembre del 2013. - La fuente de ingreso más importante en Kuwait es el petróleo, seguido de las inversiones extranjeras...

**Ciclo de conferencias**  
5 de septiembre al 28 de noviembre de 2013  
10:00 a 11:00 hrs. Poliforum Digital de Morelia

Colabora con nosotros

# www.cic.umich.mx

cic@umich.mx

webcicumsnh@gmail.com