

MARIGUANA:
DEBATE NACIONAL

TERAPIA SELECTIVA CON NANOPARTÍCULAS

MÁS DE MEDIO SIGLO IMPULSANDO LA CIENCIA

OFERTA EDUCATIVA

Ciencias Exactas y Naturales

Ciencias Químicas*
Física
Física Aplicada; Física Teórica y Físicoquímica (UM)*
Física Aplicada y Físicoquímica** (UM)
Ingeniería Física y Biomédica (UMty)
Matemáticas

Ciencias Biológicas y de la Salud

Biología Celular
Biología Integrativa (UI)
Biología Marina (UM)**
Biomedicina Molecular
Bioquímica
Ciencias Marinas (UM)*
Farmacología
Fisiología Celular y Molecular; y Neurobiología Celular y Molecular
Genética y Biología Molecular
Infectómica y Patogénesis Molecular
Neurofarmacología y Terapéutica Experimental (SS)
Toxicología

Tecnología y Ciencias de la Ingeniería

Biotecnología
Biotecnología de Plantas (UI)
Control Automático
Computación (DF y UT)
Ingeniería y Tecnologías Computacionales (UT)
Ingeniería Cerámica** (US)
Ingeniería Eléctrica (Bioelectrónica; Comunicaciones; Electrónica del Estado Sólido; Mecatrónica)
Ingeniería Eléctrica (UG -Computación; Control Automático; Diseño Electrónico; Telecomunicaciones; Sistemas Eléctricos de Potencia)
Ingeniería Metalúrgica** (US)
Ingeniería Metalúrgica y Cerámica *(US)
Diseño Interactivo y Manufactura**
Materiales (UO)
Nanociencias y Nanotecnología*
Robótica y Manufactura Avanzada (US)
Sistemas Autónomos de Navegación Aérea y Submarina
Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía** (US)

Ciencias Sociales y Humanidades

Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad*
Ecología Humana** (UM)
Investigaciones Educativas (SS)
Matemática Educativa

* Ofrece sólo doctorado
** Ofrece solamente maestría
El resto ofrecen maestrías y doctorados (Química sólo ofrece doctorado directo, Física también cuenta con esa opción). Se destacan en negritas los programas clasificados como Competentes a Nivel Internacional en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Conacyt.

Los programas que no señalan unidad están ubicados en Cinvestav Zacatenco.



Todos nuestros programas cuentan con becas del Conacyt www.cinvestav.mx



Excelencia en investigación y posgrado



CONTENIDO

NUEVOS DATOS DE LOS <i>AUSTRALOPITHECUS SEDIBA</i> / AMISTADES MEJORAN LA SALUD	04	20
VIOLENCIA MODIFICA CONDUCTA INFANTIL/ FÁRMACOS MÁS CONFIABLES	05	24
UN ENIGMA SUPERLUMINOSO	06	28
PREMIOS ARTURO ROSENBLUETH	07	32
BLOQUEO A LA INFECCIÓN GÁSTRICA	08	34
REFINERÍA SIN PETRÓLEO	09	38
TRADICIÓN INDÍGENA Y CONSTRUCCIÓN DE SABERES	10	43
ALTERNATIVA PARA ESTUDIAR LOS NEUTRINOS	11	46
AMÉRICA LATINA ANTE LOS RETOS DEL ALZHEIMER	12	51
TERAPIA SELECTIVA CON NANOPARTICULAS	14	55
A 55 AÑOS DEL CINVESTAV	16	56

APORTES A LA
FISIOLOGÍA NACIONAL

¿UNA OPCIÓN
TERAPÉUTICA?

DE LA LIBRE ELECCIÓN
AL RIESGO DE ADICCIÓN

DE REMEDIOS
Y ENFERMEDADES

FÁRMACOS QUE PRODUCEN
DEPENDENCIA Y ADICCIÓN

LA TECNOLOGÍA ACTUAL TUVO
ORIGEN EN LA CIENCIA BÁSICA

PEPINO DE MAR UN TESORO
BAJO LA SUPERFICIE

PROTEGEN SALUD
DE PESCADORES

LA CONJETURA DE KEPLER

LA OTRA CARA DE
LAS NANOTECNOLOGÍAS

OMG: REALIDAD Y FICCIÓN

DIRECTORIO CINVESTAV

José Mustre de León

Director General

Diego Ricardo Félix Grijalva

Secretario Académico

José Luis Leyva Montiel

Secretario de Planeación

Jesús Corona Uribe

Secretario Administrativo

Revista AyP

Gerardo Herrera Corral
Editor

Efrén Díaz Millán
Fotografía

Ricardo Cerón Plata
Coordinador editorial

Víctor Durán Mejía
Diseño editorial

Wendolin Collazo Rodríguez
Corrección de estilo

Josefina Miranda López
Asistente secretarial

Víctor Juárez Lomán
Redacción

Ana Isabel Sacristán Rock
Beatriz Xoconostle Cázares
Eduardo Santillan Zeron
Eugenia Roldán Vera
Gabriela Olmedo Álvarez
José Gordon

Héctor de la Peña Durán
Guillermo Cárdenas Guzmán
Reporteros

Ana Lorena Gutiérrez Escolano
Pablo Boullosa
Roberto Muñoz Guerrero
Consejo editorial

Elizabeth Licona González
Itzel Marín Ramírez
Héctor Martínez Martínez
**Infografía, retoque fotográfico,
diseño de publicidad y portada**

<http://avanceyperspectiva.cinvestav.mx>
revista@cinvestav.mx



Avance y Perspectiva, Vol 1, No. 3, marzo-mayo 2016, órgano oficial de difusión trimestral editado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Cinvestav. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07360, Ciudad de México, Tel. 55-57473800, www.cinvestav.mx, revista@cinvestav.mx, Editor Responsable: Gerardo Herrera Corral, Reserva de Derechos al uso exclusivo 04-2014-021912420000-203, Número ISSN en trámite. Responsable de la última actualización de este número Cinvestav, a través de Víctor Juárez Lomán. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07360, Ciudad de México, fecha de última modificación, 20 de febrero de 2016.

Los contenidos de los artículos y reseñas publicados son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la opinión de los editores ni de la institución.
Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores.



EDITORIAL

GERARDO HERRERA CORRAL

EDITOR

gherrera@fis.cinvestav.mx

En la Grecia y la Roma antiguas se celebraba cada cinco años el *lustratio*, lo que dio origen al nombre que actualmente damos al periodo transcurrido en ese tiempo. En aquellos tiempos se identificaba con esta palabra al ceremonial con que se “lustraba” a la sociedad y sus actividades. Así, se purificaban los campos y las ciudades en una celebración con un importante significado para los hombres ante sus dioses. La búsqueda de ese brillo protector a través de una ceremonia quinquenal es, quizá, la misma que ahora nos mueve a conmemorar.

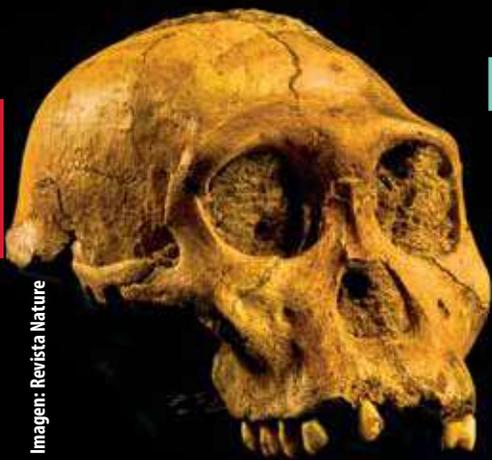
Hace 55 años nuestra institución inició sus actividades de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos. Por ese motivo, en la revista *Avance y Perspectiva* nos propusimos dedicar un espacio a la tradicional reflexión, siempre apropiada en los aniversarios.

El Cinvestav comenzó con cuatro Departamentos: Fisiología, Física, Ingeniería y Matemáticas, por lo que celebraremos a cada uno de ellos durante los cuatro números de este año. En esta edición damos cuenta de algunas marcas históricas del Departamento de Fisiología, creado por Arturo Rosenblueth con los más altos estándares de calidad y excelencia académica.

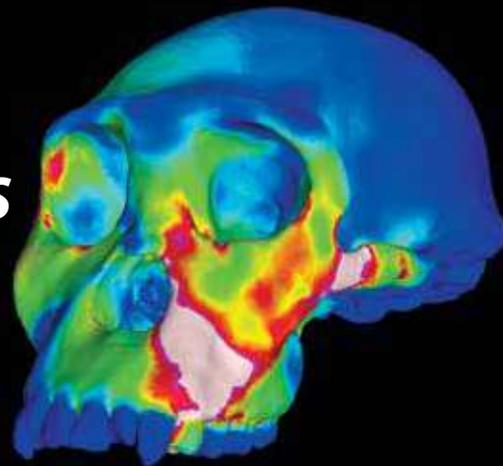
La legalización del consumo de marihuana es un tema de intenso debate. Hemos pues, dedicado una buena parte de este número a la exposición de ideas alrededor del cannabis, tanto en su aspecto social y adictivo como en el medicinal. Para ello, participan varios investigadores de diversas instituciones, quienes desde las más variadas perspectivas se suman a la discusión.

Llegamos a la cúspide de los reconocimientos internos con los ganadores de los Premios Rosenblueth, para descender hasta las profundidades marinas con una alternativa que mejora la salud de los pescadores; y dentro de ese amplio espectro, pasamos por una interesante gama de colaboraciones de todo tipo, como la conjetura de Kepler o el cultivo del pepino de mar; finalmente, también incluimos la segunda y última parte de un artículo que habla de la importancia de la ciencia básica para el desarrollo tecnológico.

Comenzamos este año en *Avance y Perspectiva* celebrando los 11 lustros de existencia del Cinvestav. 



NUEVOS DATOS DE LOS AUSTRALOPITHECUS SEDIBA



Un estudio publicado en la revista *Nature Communications* señala que el *Australopithecus sediba*, un homínido que vivió hace más de un millón 980 mil años, en lo que hoy se conoce como Sudáfrica, no tenía la mandíbula y la estructura dental necesaria para llevar una dieta dura, como se pensaba.

La investigación, a cargo de los profesores Lee Berger y Kristian Carlson, del Instituto de Estudios Evolutivos de la Universidad de Witwatersrand, en Sudáfrica, incluyó pruebas biomecánicas en un modelo basado en el cráneo de los *sediba* y mostró que con un régimen de alimentos duros, la mandíbula se habría dislocado. Los científicos señalan que los métodos biomecánicos utilizados son similares a los empleados por ingenieros

para probar la fuerza de dispositivos mecánicos y evitar una fractura durante el uso.

El modelo del cráneo fósil se apoyó en el recuperado en 2008 en Malapa, Sudáfrica del *Australopithecus sediba*, anunciado como posible ancestro o pariente cercano del *Homo sapiens*. Aunque tenían algunos rasgos humanos, como la capacidad de caminar erguidos sobre las dos piernas, la mayoría de ellos carecían de cerebro grande y no hacían uso de herramientas avanzadas.

Kristian Carlson aseguró que estos hallazgos inesperados son respaldados por un equipo de científicos que, durante más de una década, han realizado una meticulosa investigación experimental en la mecánica de masticar. [↻](#)

AMISTADES MEJORAN LA SALUD

Tener lazos sociales sólidos a lo largo de la vida mejora la salud, según un nuevo estudio de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill. Se encontró que la falta de amigos o familiares es tan peligrosa para la salud como la inactividad física en la juventud o la diabetes en la vejez.

La investigación, publicada en las *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, sugiere que las relaciones son importantes en diferentes etapas de la vida: en la adolescencia y en la adultez es más importante para la salud tener una gran cantidad de amistades; mientras que en la edad adulta media trasciende más la calidez de las relaciones que la cantidad.

Se realizaron cuatro encuestas representativas de la población estadounidense y se evaluaron tres áreas: integración, apoyo y tensión social. Posteriormente se analizó su correlación con los principales marcadores de riesgo de mortalidad: presión arterial, circunferencia de la cintura, índice de masa corporal y los niveles circulantes de la proteína C reactiva, que es una medida de la inflamación sistémica.

Estos resultados muestran una relación entre la longevidad de los adultos mayores con el número de sus conexiones sociales, ya que mientras más amistades tengan, será menor el número de casos que presenten algunas de las enfermedades referidas. [↻](#)



VIOLENCIA MODIFICA CONDUCTA INFANTIL

Los niños expuestos a actos violentos como asesinatos masivos, secuestros, explosiones y decapitaciones, relacionados con la violencia atribuida al crimen organizado, reportaron altos niveles de problemas emocionales y de conducta, según un nuevo estudio del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad Tecnológica de Texas (TTUHSC El Paso, por sus siglas en inglés).

Marie Leiner, investigadora en pediatría en TTUHSC y titular del estudio, comparte que la investigación se basó en comparar la salud mental de niños que vivían en una localidad relativamente segura, como el Paso, Texas, con menores que radicaban en una ciudad violenta como lo fue Ciudad Juárez en 2010, momento en que la violencia alcanzó su punto máximo en esta urbe.

El estudio publicado en la revista científica *Salud Mental*, afirma que la prevalencia de problemas como depresión, agresión, ansiedad, síndrome de hiperactividad y déficit de atención, fue tres veces mayor en los niños que vivían en Ciudad



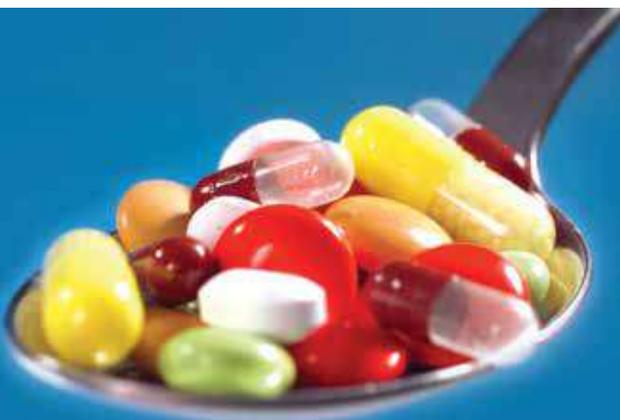
Juárez. Incluso sus comportamientos se compararon con menores que tenían lesiones cerebrales, deficiencias auditivas o padres adictos al alcohol, cocaína y otras drogas.

Para el concentrado de datos se realizaron alrededor de 600 cuestionarios acerca de problemas psicosociales y de comportamiento a niños de 18 meses a cinco años de edad, pertenecientes a un nivel socioeconómico bajo, en ambas ciudades fronterizas.

FÁRMACOS MÁS CONFIABLES

Desconocer los efectos adversos de los medicamentos puede terminar en una hospitalización e incluso tener consecuencias letales. Un nuevo método computacional integrado, desarrollado en el marco del proyecto europeo eTOX por investigadores del Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas, la Universidad Pompeu Fabra y la empresa Chemotargets, en España, permite predecir estos efectos de forma mucho más fiable y mejorar la capacidad de anticiparse a las posibles consecuencias del uso de fármacos.

La mayoría de herramientas informáticas utilizadas en la actualidad para detectar posibles consecuencias adversas de compuestos candidatos a nuevos fármacos, se basan únicamente en la detección de fragmentos, en la estructura del fármaco, que son potencialmente susceptibles de transformarse en metabolitos reactivos con propiedades tóxicas. Lo anterior se conoce



como toxicidad idiosincrásica, que en ocasiones tiende a detectarse en etapas tardías de desarrollo del medicamento o incluso cuando ya ha sido comercializado.

Este trabajo, elegido como portada de la revista *Chemical Research in Toxicology*, quiere marcar el camino de una nueva generación de herramientas computacionales más fiables en cuanto a la predicción de los efectos adversos de pequeñas moléculas, de modo que se puedan aplicar durante la fase preclínica de optimización del fármaco y así llegar con más garantías de seguridad en la fase clínica, y en definitiva a un uso más seguro para la población.

UN ENIGMA SUPERLUMINOSO

El hallazgo de la mayor supernova observada hasta la fecha sigue generando retos para los astrónomos. Subo Dong, investigador del Instituto Kavli de Astronomía y Astrofísica de la Universidad de Pekín, cuyo equipo hizo el descubrimiento, asegura que este fenómeno desafía todas las teorías sobre los mecanismos de explosión y las fuentes energéticas de las supernovas superluminosas (SLSNe).

En un nuevo estudio, los investigadores describen que la supernova, bautizada como ASASSN-15lh, explotó en una galaxia de gran tamaño, más luminosa que la Vía Láctea, situación que es poco habitual ya que normalmente suelen originarse en galaxias enanas.

Los autores han detectado que el comportamiento de la ASASSN-15lh imita las fases de temperatura y luminosidad de las SLSNe pobres en hidrógeno, pero de forma mucho más extrema. Sin hidrógeno, suponen que la emisión extraordinaria de luminosidad de la ASASSN-15lh podría ser alimentada por una cantidad asombrosa de níquel en desintegración (aproximadamente a 30 veces la masa del Sol), o quizá por un magnetar, estrella de neutrones de elevado magnetismo y rápida rotación.

Las supernovas, cuya existencia fue documentada por la humanidad hace 2 mil años, son fruto de violentas explosiones estelares y constituyen los objetos más luminosos del universo. Hace dos décadas, los astrónomos encontraron y bautizaron una rara y nueva categoría de “supernovas superluminosas”, que son capaces de brillar con mucha más intensidad que la inmensa mayoría de supernovas. Se piensa que estos objetos extraordinariamente brillantes obtienen su energía de los magnetares, pero el caso de ASASSN-15lh se sale de cualquier esquema conocido. [🔗](#)



Fotografía: Efrén Díaz

PREMIOS ARTURO ROSENBLUETH 2015

Por sus originales aportaciones al conocimiento plasmadas en sus tesis doctorales, egresados del Cinvestav fueron condecorados con su principal distinción académica, los Premios Arturo Rosenblueth, durante una ceremonia presidida por el director general de la institución, José Mustre de León.

Los ganadores fueron Néstor Hernando Quintero Poveda, del Departamento de Física, en el área de Ciencias Exactas y Naturales; Raúl Salvador Nava Acosta, del Departamento de Biología Celular, en la categoría de Ciencias Biológicas y de la Salud; Carlos Escamilla Alvarado, del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, en la categoría de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería, así como Susana Carolina Guzmán Rosas, del Programa de Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Cien-

tífico y Tecnológico para la Sociedad, en la categoría de Ciencias Sociales y Humanidades.

Estos premios son la máxima distinción que otorga el Cinvestav a sus estudiantes, fueron instituidos en memoria de su fundador Arturo Rosenblueth, con la meta de promover trabajos de investigación doctorales de alta calidad y estimular la búsqueda de la excelencia académica en nuestra institución.

El trabajo intelectual y el esfuerzo de estos cuatro jóvenes premiados —cuyo trabajo no hubiera sido posible sin el respaldo de sus tutores y asesores de tesis—dejan constancia del compromiso del Cinvestav con la formación de investigadores de primer nivel. Los invitamos a conocer con detalle sus respectivas aportaciones. 

De izquierda a derecha Carlos Escamilla Alvarado, Susana Carolina Guzmán Rosas, Néstor Hernando Quintero Poveda y Raúl Salvador Nava Acosta

BLOQUEO A LA INFECCIÓN GÁSTRICA

Cada año fallecen 760 mil niños por enfermedades diarreicas, que constituyen la segunda causa de muerte en menores de cinco años, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Uno de los agentes causales de esas infecciones es la bacteria *Escherichia coli* enteroagregativa, que puede adherirse al tejido gastrointestinal y penetrar sus células.

En su laboratorio, adscrito al Departamento de Biología Celular, Fernando Navarro García ya había encontrado que existe una toxina (llamada Pet) secretada por esa bacteria que, tras introducirse a las células gastrointestinales, alcanza diversas estructuras y organelos hasta llegar al citoplasma, donde degrada a una proteína llamada fodrina, que sirve como andamiaje celular.

Dicho proceso genera el colapso y muerte de las células. A nivel orgánico, Pet agranda las glándulas tubulares localizadas dentro de las paredes del intestino delgado, lo que produce pérdida abundante de líquidos, que se manifiesta como diarrea. ¿Cómo logra introducirse dicha toxina? Es la pregunta que guió la investigación doctoral de Raúl Salvador Nava Acosta.

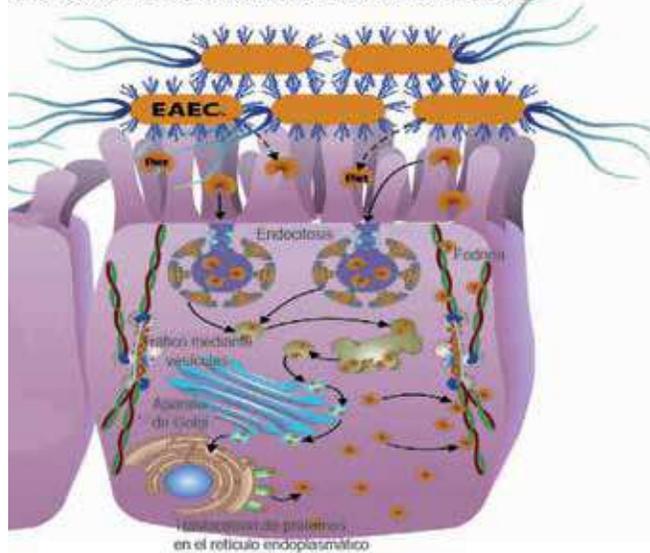
Bajo la tutoría de Navarro García y usando cultivos de laboratorio, Nava descubrió que dentro de la membrana de las células intestinales existe una familia de proteínas llamadas citoqueratinas que sirven como “receptores” de la toxina. “Aunque posiblemente la citoqueratina 10 también sea un co-receptor de la toxina, encontramos que el receptor principal es la citoqueratina 8”, explicó el egresado.

El grupo de Navarro García que continuó con esta línea de investigación, identificó poco después la secuencia específica de genes de la toxina que interactúan con la citoqueratina 8.

Basado en estos hallazgos, Raúl Nava, quien es biólogo por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM y maestro en Ciencias con

MECANISMO DE ACCIÓN DE LA TOXINA PET

La citoqueratina 8 es el receptor en la membrana de las células epiteliales intestinales que permite a la toxina Pet de la bacteria EAEC ser endocitada



La toxina Pet es transportada mediante tráfico retrógrado al interior de la célula hasta que alcanza y corta a su molécula blanco, la fodrina. Esta proteína blanco forma parte del andamiaje celular. Su corte produce la contracción del citoesqueleto de actina, redondeamiento de la célula y finalmente su muerte.

EAEC= Bacteria *Escherichia coli* enteroagregativa
Pet= Toxina codificada en plásmido, secretada por la bacteria EAEC

Con información de Raúl Salvador Nava Acosta

especialidad en Biología Celular por el Cinvestav, propone la inhibición de la citoqueratina 8, ya sea a través de anticuerpos o vía la supresión del gen que la codifica, para así evitar su introducción a las células epiteliales del intestino y con ello el daño que provoca.

Para que ese proceso pueda emplearse a nivel clínico, sería necesario realizar pruebas en modelos animales y posteriormente analizarlo en seres humanos. “Podrían utilizarse anticuerpos, como ya sabemos, o bien diseñarse un fármaco o un péptido que ocupara al receptor de la toxina y que así evitara su introducción a la célula”, consideró el egresado del Cinvestav, quien en 2012 obtuvo el ASM-Student Travel Award, de la Asociación Americana para Microbiología, en Estados Unidos.

(Guillermo Cárdenas)

Ganador:
Raúl Salvador Nava Acosta

Departamento:
Biología Celular

Tesis:
Identificación y caracterización del receptor celular de la toxina Pet durante la infección de células epiteliales por *Escherichia coli* enteroagregativa

Asesor:
Emiliano Fernando Navarro García

REFINERÍA SIN PETRÓLEO

La producción de biocombustibles de primera generación presenta la gran limitante de requerir cultivos comestibles como el maíz o la caña de azúcar. Además, regularmente se desarrolla en una sola fase, por lo cual la integración de diversas tecnologías para optimizar el proceso sin generar desperdicios constituye un reto mayor.

Con esa perspectiva, Carlos Escamilla Alvarado propone un modelo de refinería *sui generis*, que en vez de petróleo utiliza como materia prima desechos orgánicos: semillas, hojas, cáscaras de frutos y aserrín, entre otros.

A partir de esos residuos orgánicos, que son sometidos a diversos procesos bioquímicos, se obtienen biocombustibles como hidrógeno, etanol y metano en una primera etapa. En una segunda fase del ciclo se generan otros productos de alto valor agregado como enzimas y licores sacarificados, muy usados en la industria textil y alimenticia.

“El concepto de biorrefinería no es novedoso, pues comenzó a desarrollarse a pequeña escala desde 1980 acoplando uno o dos procesos basados en la fermentación anaeróbica mediante bacterias”, comentó el egresado del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Cinvestav, quien desde 2009 trabaja en esta línea de estudio asesorado por los investigadores Héctor Poggi Varaldo y María Teresa Ponce.

“En lo que sí nos consideramos pioneros —aclaró Escamilla Alvarado— es en la combinación de

varios procesos biotecnológicos para obtener bioproductos y biocombustibles”.

La ventaja de unir varios procesos biotecnológicos con diferentes condiciones de operación y distintos microorganismos —el ciclo comienza con la fermentación anaerobia de los residuos, a través de consorcios de bacterias— es que pueden obtenerse los distintos productos de la biorrefinería en forma sucesiva y sin desperdicio, pues aun los desechos finales pueden usarse como composta o fertilizante.

Además, a diferencia de otras fuentes energéticas, la biomasa vegetal (residuos) está ampliamente disponible, tiene bajo costo y no requiere tierras de cultivo. Al contrario, con esta tecnología escalada a nivel masivo podrían tratarse los residuos sólidos que generan las urbes.

En México, se acumulan diariamente 102 mil toneladas de desechos sólidos municipales y de ellos, entre 50 y 60 por ciento son residuos orgánicos. Pero para llevar la biorrefinería a una escala industrial, tendrá que probarse un modelo piloto, por ejemplo, con un reactor del tamaño de un barril de petróleo donde pudiera procesarse al menos un kilogramo de desechos orgánicos al día.

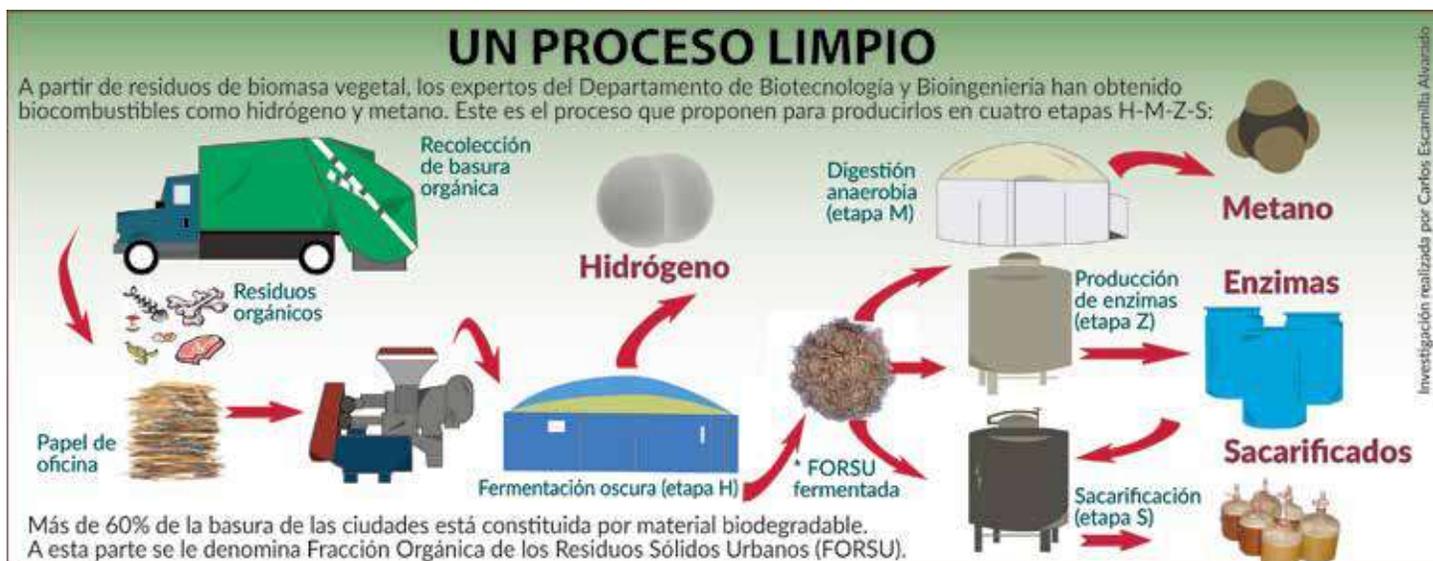
Una vez escalada a nivel masivo, la biorrefinería podría generar entre 25 y 50 kilowatts/hora de hidrógeno, entre 600 y 700 kilowatts/hora de metano y hasta 50 kilogramos de preparado enzimático para uso industrial.

Ganador:
Carlos Escamilla Alvarado

Departamento:
Biotecnología
y Bioingeniería

Tesis:
Integración de un proceso modelo de biorrefinería para la obtención de hidrógeno, metano, enzimas y sacarificados a partir de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos

Asesores:
Héctor Poggi Varaldo,
María Teresa Ponce
Noyola



TRADICIÓN INDÍGENA Y CONSTRUCCIÓN DE SABERES

Ganador:
Susana Carolina Guzmán Rosas

Departamento:
Posgrado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad

Tesis:
Plantas medicinales, tradición indígena y construcción de saberes en la ciencia mexicana: entre la inclusión de actores y ausencia de políticas sustantivas.

Asesores:
Mina Kleiche Dray y Fabián Fernández Luqueño

Con la premisa de que el desarrollo científico y tecnológico sobre las plantas medicinales de uso tradicional permite aprovechar los recursos bioculturales con los que cuenta un país para atender sus problemas sanitarios e impulsar un modelo de desarrollo social, político, económico y científico, apoyado en la diversidad cultural para generar bienestar y autonomía nacional, Susana Carolina Guzmán Rosas obtuvo el Premio Arturo Rosenblueth 2015, en la categoría de Ciencias Sociales y Humanidades.

El trabajo realizado en el Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad del Cinvestav, analiza la relación entre el conocimiento derivado de la tradición indígena sobre plantas medicinales y la construcción de saberes en la ciencia mexicana, a través de un enfoque transdisciplinario.

La investigación se basó en seis estudios: 1) análisis histórico del tema; 2) análisis de las políticas públicas; 3) diagnóstico sobre la salud de la población indígena mexicana; 4) estudio de caso sobre el uso

de tratamientos tradicionales y plantas medicinales; 5) análisis sobre la inclusión en la formación médica del tema de las plantas medicinales; y 6) análisis sobre el desarrollo científico y tecnológico actual sobre plantas medicinales en México.

Sus conclusiones señalan que si bien existe un amplio marco normativo internacional que promueve a las plantas medicinales como un recurso médico emanado del conocimiento tradicional indígena, además de instar a los gobiernos al apoyo de la investigación científica para aprovechar las potencialidades actuales que las plantas medicinales ofrecen para la solución de los problemas sanitarios primordiales, México ha seguido su propio camino.

Al día de hoy, el capital científico del país que trabaja sobre esta línea temática es minúsculo; se trata de un pequeño grupo de 50 científicos que, desde distintas instituciones, se esfuerzan por mantener redes de colaboración y realizar trabajos sobre un tema que carece de reconocimiento por parte del Estado mexicano como una línea prioritaria de desarrollo. Esa situación se traduce en sólo 44 proyectos de investigación financiados en una década, y en la falta de patentes nacionales vigentes relacionadas con el tema.

La tesis comprueba que el escaso desarrollo científico y tecnológico vinculado con plantas medicinales es un reflejo de la exclusión en la que continúan los actores indígenas y sus saberes tradicionales.

Así, los sectores indígenas mexicanos registran condiciones de salud desfavorables respecto al resto de la población; además la cobertura sanitaria actual que se les brinda ocurre sin los principios internacionales de interculturalidad, pese al reconocimiento *in situ* de su pertinencia.

Los resultados de la investigación se pueden emplear en el diseño de políticas públicas de desarrollo social sobre el tema, ya sea de manera integral o sectorial a partir de los distintos hallazgos en cada uno de los ejes temáticos analizados.

(Efrén Díaz)



Ilustración: El Estudio. Revista Del Instituto Médico Nacional (1889)

ALTERNATIVAS PARA ESTUDIAR LOS NEUTRINOS

Néstor Hernando Quintero Poveda reconoce que si bien la Física no siempre fue su pasión, sí lo es ahora. Originario de Ibagué, capital del departamento colombiano de Tolima, truncó su carrera de Ingeniería Civil para orientarse a su verdadera vocación, por lo que decidió iniciar sus estudios en Física en la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).

Esa nueva pasión lo llevó a analizar diferentes ofertas de posgrado fuera de su país, hasta decidirse por el Departamento de Física del Cinvestav, donde a partir de 2009, bajo la asesoría de Gabriel López Castro, se integró al Grupo de Física de Altas Energías para iniciar su maestría relacionada con la física de partículas elementales, en específico los neutrinos.

Una línea de investigación que desarrolló en su doctorado, y que hasta la fecha le ha permitido publicar seis artículos en revistas científicas internacionales de alto prestigio, uno de ellos en autoría única.

Los neutrinos podrían jugar un papel muy importante en la falta de una explicación a enigmas como la naturaleza de la materia y energía oscuras, y la casi absoluta inexistencia de antimateria en el universo.

Por mucho tiempo se pensó que la masa de los neutrinos era cero, pero una serie de experimentos que observaron el fenómeno de oscilaciones de estas partículas han determinado que sí tienen masa, aunque muy diminuta. Sin embargo, no se sabe cómo es el mecanismo por el cual adquirieron masa, es decir, por qué son partículas masivas.

Un neutrino masivo es llamado neutrino de Dirac si su antipartícula es diferente de él, mientras que es llamado de Majorana si esta coincide con su antipartícula. Establecer si los neutrinos son partículas masivas de Dirac o de Majorana es uno de los temas de actualidad más importantes en la física de partículas.



Ilustración: Revista Symmetry

Esa cuestión constituyó la principal motivación del trabajo de tesis que Quintero Poveda realizó, donde plantea una serie de procesos a fin de identificar si los neutrinos son partículas de Majorana y, de ser así, cuáles serían los mecanismos de generación de masa.

La implicación a este conocimiento —subrayó— podría ayuda, total o parcialmente, a entender mejor parte del universo, como el hecho de la asimetría materia-antimateria o conocer la naturaleza de la llamada materia oscura.

“Lo que nosotros propusimos en la tesis fue una serie de nuevos procesos de producción y desintegración de neutrinos para descifrar si se trata de partículas Majorana.

Lo relevante es que la búsqueda experimental de estos procesos está al alcance de diferentes experimentos actuales en la frontera de la alta intensidad, tales como el experimento LHCb (en el Gran Colisionador de Hadrones), o bien en el proyecto japonés Belle II, que espera iniciar a tomar datos a partir de 2016, donde participan científicos mexicanos”, comentó el investigador de origen colombiano. 

(Héctor de la Peña)

Ganador:
Néstor Hernando Quintero Poveda

Departamento:
Física

Tesis:
Estudios de Violación del Número Leptónico en Procesos Resonantes inducidos por un Neutrino de Majorana

Asesor:
Gabriel López Castro

AMÉRICA LATINA ANTE LOS RETOS DEL ALZHEIMER



Ilustración: Víctor Durán



José Luna Muñoz
Coordinador del Banco
Nacional de Cerebros
jluna@cinvestav.mx



María Carrillo
Alzheimer's Association
mcarrillo@alz.org

El tema sobre el envejecimiento de la población mundial ha cobrado un realce en los últimos años, dado que la esperanza de vida ha alcanzado en promedio los 75 años de edad, por lo que se estima que para el 2050 una cuarta parte de la población será mayor de 60 años, que coincide con la edad en la que inician los principales problemas relacionados con la demencia.

Frente a ese contexto, la Organización Mundial de la Salud (OMS), en colaboración con la Federación Internacional de Alzheimer (ADI), reconoció a la demencia como una prioridad de salud pública, con el objetivo de informar, fomentar la conciencia sobre el tema e intensificar los esfuerzos públicos y privados para mejorar la atención y apoyo a los pacientes con demencia y a las personas que los atienden.

Esto conlleva un reto importante: contar con personal capacitado para atender problemas de salud del adulto mayor; sin embargo, en México se estima que hay un geriatra por cada 30 mil adultos mayores; en contraparte, se calcula que en el país hay aproximadamente 800 mil personas con demencia.

Recientemente se realizó en la Ciudad de México el primer Simposio Iberoamericano en Investigación de Alzheimer, convocado por la Asociación Internacional de Alzheimer y el Cinvestav, donde se reunieron investigadores clínicos, sociales y de ciencia básica para exponer, a partir de 33 ponencias, la problemática regional ante esta enfermedad.

Durante la reunión fue enfática la discusión sobre la falta del apoyo gubernamental en toda América Latina para hacer frente a los retos que conlleva el envejecimiento poblacional y, específicamente, el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer.

Algunos ponentes, como María Carrillo, directora científica de la Asociación de Alzheimer de Estados Unidos, resaltaron el problema económico, familiar y social que acarrea una persona con esa enfermedad neurodegenerativa.

Asimismo, se discutió con especialistas del área social encargados de atender las necesidades de estos pacientes cómo hacer frente a la realidad actual, donde hay muy pocos centros de atención con personal especializado y capacitado, así

como instalaciones que den una atención adecuada y dirigida a personas con Alzheimer.

Se puso en evidencia que gran parte de los médicos no tienen el conocimiento suficiente para poder detectar síntomas de forma prematura en los pacientes con alteraciones clínicas iniciales. Este desconocimiento mantiene al paciente en atención de primer nivel sin ser dirigido con un especialista, lo que favorecería una mejor calidad de vida. La parte clínica ha enfrentado la carencia de un método de diagnóstico temprano para esta enfermedad.

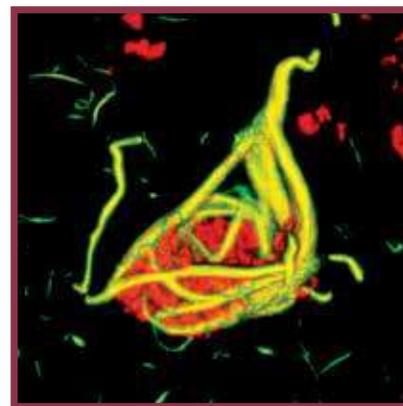
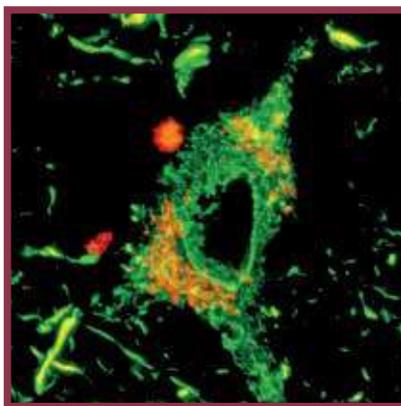
Actualmente se están realizando estudios donde se busca la presencia de proteínas involucradas en la neurodegeneración cerebral, como la proteína Tau y el péptido amiloide beta, en el líquido cefalorraquídeo. Un proyecto que está siendo muy estudiado en Buenos Aires, Argentina, es el uso de imágenes de PET (tomografía por emisión de positrones), buscando los depósitos de amiloide beta en el parénquima cerebral. Hasta el momento se trata de una prueba que no podría utilizarse para la detección de Alzheimer en etapas tempranas.

Desafortunadamente, en la actualidad no se cuenta con un fármaco que pueda detener la muerte y acumulación de las proteínas patológicas en las células nerviosas.

Sin embargo, los esfuerzos se han centrado en buscar proteínas y mecanismos celulares en el sistema periférico que puedan indicarnos el inicio de este padecimiento, pero estos estudios requieren más apoyo económico gubernamental y social para lograr hacer frente a este grave problema de salud.

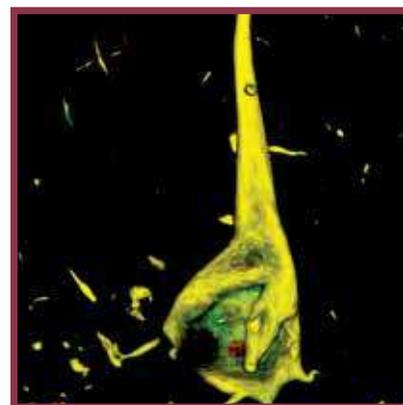
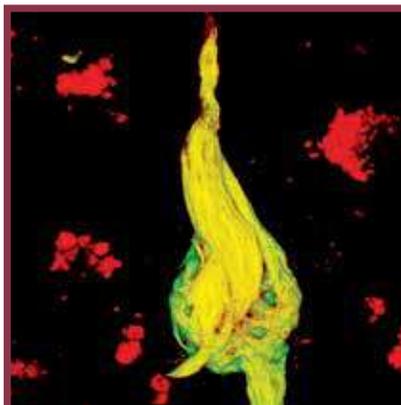
La reunión evidenció que, si bien en casi todos los países de la región se tienen organizaciones que apoyan a los pacientes con Alzheimer y sus familiares, una de las principales debilidades en común en América Latina, es la falta de apoyo económico para atender todas las áreas de investigación y atención a pacientes con esta enfermedad, por lo que en la región nos estamos preparando para hacer frente a esta demencia tan devastadora que en poco tiempo será un problema social y económico muy importante.

Una de las estrategias a seguir discutidas en este Simposio, es la de apoyar la creación de bancos de cerebros en diversos países latinoamericanos para fomentar la investigación, entre ellos, el de República Dominicana y Uruguay, que será asesorado a partir del Banco Nacional de Cerebros "Raúl Mena López" del Cinvestav. 

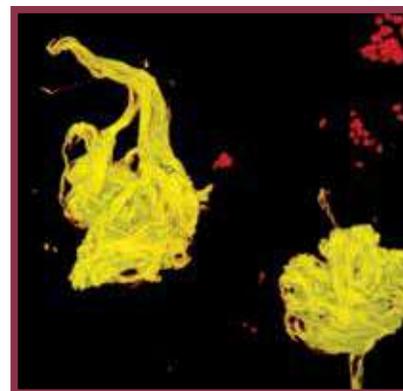
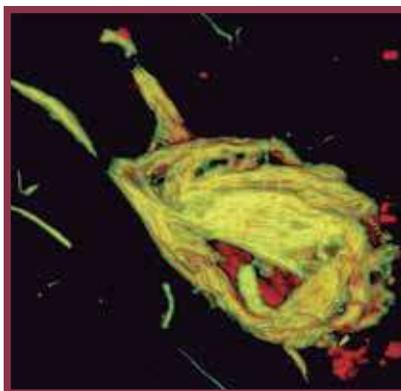


Fotografías: José Luna

Secuencia de formación de las marañas neurofibrilares en el cerebro con la enfermedad de Alzheimer



La expresión de la proteína Tau patológica fue evidenciada por marcadores inmunológicos y contrateñidas con un colorante fluorescente rojo que tiene afinidad con estructuras fibrilares beta. La evolución y formación de la maraña neurofibrilar inicia con una tinción granular difusa de la proteína Tau y culmina con la maraña neurofibrilar extracelular. Reconstrucción tridimensional de imágenes tomadas con el microscopio confocal SP8 Leica (unidad de microscopía confocal LaNSE)





PREMIO CINVESTAV-NEOLPHARMA A **TERAPIA SELECTIVA** **CON NANOPARTÍCULAS**

Una novedosa propuesta terapéutica contra enfermedades como cáncer o procesos inflamatorios de tipo crónico, que permite guiar en forma selectiva nanopartículas de óxido de hierro hacia la sangre, resultó ganadora del Premio a la Innovación en Bionanotecnología Cinvestav-Neolpharma, en su edición 2015.

La investigación, desarrollada por Andrea De Vizcaya Ruiz, coordinadora académica del Departamento de Toxicología del Cinvestav, junto con su alumno Vicente Rivera Escamilla, aprovecha un grupo de proteínas presentes en el plasma sanguíneo como “vehículo” acarreador de las nanopartículas para dirigir las hacia los macrófagos, que son células del sistema inmunitario localizadas en los tejidos.

Cuando las nanopartículas son introducidas a un medio biológico como la sangre, su superficie es cubierta rápidamente por biomoléculas que forman una capa conocida en la jerga biomédica como “corona de proteínas”. El estudio evaluó

si esta interacción podría ser usada para guiar a las primeras hacia órganos ricos en macrófagos, utilizando proteínas del llamado sistema de complemento, una de las piezas vitales de la respuesta inmunitaria ante la entrada de agentes hostiles.

Los investigadores evaluaron en cultivos celulares y en modelos animales tres tipos de nanopartículas de óxido de hierro con características de superficie distintas: dos de ellas estaban recubiertas con polímeros (polietilenglicol PEG y polivinilpirrolidona PVP) y la tercera se usó sin ningún recubrimiento.

Los resultados revelaron que cuando las nanopartículas interactúan con proteínas del plasma sanguíneo humano se produce una atracción y retención selectiva de proteínas del complemento, lo que a su vez favorece la acumulación de macrófagos y aumenta su biocompatibilidad de manera significativa, particularmente en las nanopartículas recubiertas con PEG, ayudando a que las terapias anticancerígenas

con nanopartículas de óxido de hierro sean más eficientes y con efectos colaterales menores.

Además, los científicos observaron que con el recubrimiento de la corona de proteínas se redujo la toxicidad asociada con la exposición a las nanopartículas.

El hallazgo de la experta del Cinvestav podría ser aprovechado en la nanobiotecnología para diseñar activadores del mencionado sistema de complemento (de origen natural o sintético) dentro de la formulación de las nanopartículas de hierro. De esta forma, las mismas podrían dirigirse selectivamente hacia zonas donde existan macrófagos en forma patológica, lo cual ayudaría al tratamiento de padecimientos específicos.

Esta clase de intervenciones podrían aplicarse en el futuro a pruebas clínicas con humanos, sin embargo, para ello se requeriría diseñar protocolos de administración repetida para lograr descartar reacciones indeseables como la hipersensibilidad al tratamiento.

Las nanopartículas de óxido de hierro se utilizan para el tratamiento del cáncer y procesos inflamatorios y en diversos procedimientos de imagenología médica, como agentes de contraste, para visualizar al interior de órganos y tejidos.

Andrea De Vizcaya Ruiz, quien obtuvo su grado de doctora en Ciencias en Toxicología en el año 2000 en la Universidad de Surrey (Guildford,

Inglaterra), ha investigado desde hace varios años la reactividad y el potencial tóxico de diversos nanomateriales de uso médico e industrial en ramas como la electrónica.

Para sus estudios sobre toxicidad de nanopartículas de metales, utiliza estrategias que consideran la forma en que las características físico-químicas de estas repercuten en la inducción de muerte celular, estrés oxidativo, daño al ADN y envío de señales dentro de las células en modelos *in vitro* de órganos blanco.

En el Laboratorio de Toxicología de Contaminantes Atmosféricos y Estrés Oxidativo, la especialista, integrante del Sistema Nacional de Investigadores con el nivel II, también ha centrado su interés en otras líneas de estudio.

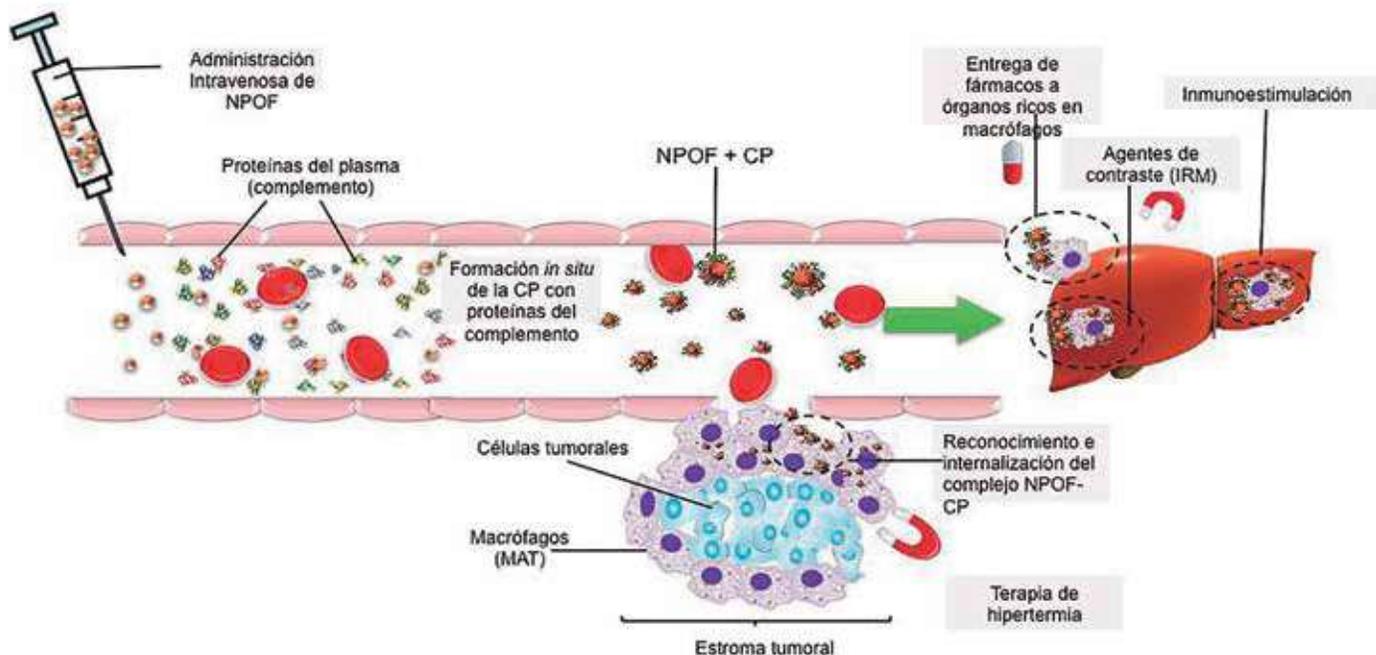
Una de ellas es determinar la relación que existe entre el aumento en la concentración de contaminantes atmosféricos y el crecimiento en la incidencia y mortalidad de enfermedades cardiopulmonares entre la población humana, a través de métodos estadísticos.

El Premio a la Innovación en Bionanotecnología, dotado con 150 mil pesos, fue instituido en 2013 por el Cinvestav y el grupo farmacéutico Neolpharma para incentivar la investigación científica, potenciar la innovación y contribuir al mejoramiento de la salud en México. 

(Guillermo Cárdenas)

DIRECTO AL BLANCO

La interacción de nanopartículas de óxido de hierro con la corona de proteínas del plasma sanguíneo permite dirigir las primeras en forma selectiva hacia su "blanco": los macrófagos



A 55 AÑOS DEL CINVESTAV

BALUARTE DE LA CIENCIA NACIONAL



Héctor de la Peña Durán
Subdirección de Intercambio
Académico
hdelapena@cinvestav.mx

El sábado 6 de mayo de 1961, la página cinco del Diario Oficial daba cuenta de la creación de un organismo que tendría el “objetivo de preparar investigadores, profesores especializados y expertos en diversas disciplinas científicas y técnicas, así como la solución de problemas tecnológicos (del país)”. Esa fecha marcaba el inicio formal del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), una institución que a 55 años de su creación es considerado un baluarte del desarrollo científico y tecnológico nacional.

Firmado un mes antes por el presidente de la República Adolfo López Mateos, el 17 de abril, fecha elegida para celebrar el aniversario de la institución, el decreto formalizó el inicio de la vida institucional del Cinvestav, y marcó también la culminación de un esfuerzo trazado años atrás por una serie de connotados personajes de la ciencia mexicana, quienes tuvieron la visión de darle al país una institución de vanguardia capaz de contribuir al desarrollo nacional a través del conocimiento.

El citado decreto estaba conformado por 36 artículos que, en esencia, reflejaban las intenciones que hombres como Manuel Cerrillo Valdivia, Eugenio Méndez Docurro, Manuel Sandoval Vallarta y Víctor Bravo Ahuja, entre otros pensadores y funcionarios, trazaron desde finales de la década de 1950 con la intención de crear una escuela de posgraduados en México, con el principal objetivo de hacer frente al retraso científico que el país vivía tras un agitado inicio del siglo XX.

Pero ese no fue el primer antecedente legal del Centro, ya unos meses antes, el 5 de noviembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos había decretado su creación como parte del Instituto Politécnico Nacional (IPN), y de hecho desde el 28 de octubre de ese mismo año habían inscrito su Registro Federal de Causantes.

A diferencia del decreto de 1960, lo formalizado seis meses después subrayaba que la nueva institución debía operar “como organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio”, aunque también refería que en caso de la disolución del Centro, su patrimonio pasaría a favor del IPN, un evento que, por supuesto, no ocurrió.

La propuesta original surgió de la inquietud de un grupo de científicos encabezados por Manuel Cerrillo Valdivia por crear una institución que contribuyera a que el país saliera del letargo científico y tecnológico, a partir de apostar por la generación de recursos humanos que, lejos de imitar las tendencias del conocimiento mundial, como hasta entonces lo hacían los científicos nacionales, tuvieran el entusiasmo y la capacidad de crear conocimiento de vanguardia.

Asimismo, se pretendía que la institución formara profesores capaces de impartir cátedras en universidades e instituciones tecnológicas, así como preparar y conformar grupos de investigación científica que dieran al país la oportunidad de un mayor desarrollo.

Según el recuento hecho por Susana Quintanilla en la publicación *Recordar hacia el mañana. Creación y primeros años del Cinvestav* (Cinvestav, México, 2002), Manuel Cerrillo presentó la idea de la nueva institución en 1959 a Eugenio Méndez Docurro, entonces director del Instituto Politécnico Nacional, quien aprovechó su cercanía con Víctor Bravo Ahuja, primer encargado de la recién creada Sub-





Fotografías: archivo Cinvestav

secretaría de Enseñanzas Técnica y Superior, para impulsar esta iniciativa.

Pero un proyecto de tal envergadura necesitaba la anuencia tanto del secretario de Educación Pública, Jaime Torres Bodet, como del propio presidente de la República, Adolfo López Mateos, los cuales a su vez se mostraron ampliamente interesados en la creación de la nueva institución.

Una vez obtenido el consentimiento de las autoridades federales, Cerrillo Valdivia, Méndez Docu- rro y Bravo Ahuja intensificaron los trabajos para delinear las características de la nueva entidad, al tiempo que buscaban a reconocidos científicos que pudieran estar interesados en participar en el proyecto. Fue en ese proceso que surgió el nombre de Arturo Rosenblueth, no sólo como investigador del nuevo organismo, sino como un candidato ideal para hacerse cargo de la novel institución, ante la negativa de Manuel Cerrillo por ocupar ese puesto.

Arturo Rosenblueth era un connotado fisiólogo que había formado parte de distintas instituciones científicas de clase mundial, y reconocido por su rigor académico. Ese perfil encajó de inmediato en el proyecto de la nueva institución, al grado que sus colaboraciones llevaron incluso a replantear su nombre, ya que la connotación de "escuela de posgraduados" no necesariamente se relacionaba con

el desarrollo de la investigación científica, de la cual estaba convencido que era un elemento intrínseco para una mejor calidad de enseñanza.

También contribuyó para que la nueva institución tuviera como una de sus principales virtudes ser un centro interdisciplinario, en el que los procesos de formación y los del quehacer científico fueran parte de un todo. Asimismo, buscó que los investigadores sólo se desempeñaran como miembros de la nueva institución, por lo que buscó que la remuneración fuera lo más adecuada posible.

Al proyecto se sumarían distinguidos investigadores que ahora son reconocidos como parte fundamental de los cimientos del Cinvestav, entre ellos figuraron los matemáticos José Adem y Samuel Gitler. El primero de ellos fue uno de los miembros más jóvenes en ingresar a El Colegio Nacional, y de 1961 a 1973 se desempeñó como jefe del Departamento de Matemáticas del Cinvestav; en tanto que el segundo tuvo entre sus reconocimientos formar parte de la Sociedad Norteamericana de Matemáticas.

En el área de fisiología se convenció de participar a Ramón Álvarez Buylla, un exiliado español que llegó a México en 1947 (tras cursar sus estudios de medicina y posgrado en fisiología en la entonces URSS), donde colaboró en distintos organismos,

En poco más de medio siglo el Cinvestav se ha posicionado, a nivel nacional e internacional, como una referencia de la investigación científica de vanguardia



como el IPN, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y, en sus últimos años, en la Universidad de Colima.

Otro personaje que más adelante se dejó seducir por la novedosa institución fue el físico polaco Jerzy Plebanski, quien fue el primer jefe del Departamento de Física del Cinvestav y que, como nota curiosa, llegó a la institución sin hablar español. Para el Departamento de Ingeniería se contrató a José María Borrego, egresado del Instituto Tecnológico de Massachusetts y especialista en electrónica de estado sólido.

Así, el Centro iniciaría su primera etapa con cuatro departamentos en áreas del conocimiento relevantes en el contexto nacional: Fisiología, Física, Matemáticas e Ingeniería, a las que poco tiempo después se les sumaría el Departamento de Bioquímica en 1962 y el de Química tres años después.

Los otros cimientos del Cinvestav

De acuerdo con la publicación *Recordar hacia el mañana. Creación y primeros años del Cinvestav*, en sus primeros años el Cinvestav contó con un apoyo total del gobierno federal y de las autoridades del IPN, incluso en el tema financiero, ya que duran-

te su primer lustro la asignación presupuestal se incrementó hasta 15 veces, al pasar del millón de pesos de subsidio federal en 1960 a los 15 millones en 1965.

A estos recursos se sumaron las aportaciones de dos millones de pesos por parte del Patronato de Talleres, Laboratorios y Equipos del IPN, y otra de ocho millones por parte del Patronato de Obras del IPN a fin de contribuir con la construcción de los edificios del Centro. Otros organismos internacionales que también colaboraron con recursos durante los primeros años de la institución fueron las fundaciones Grass, Ford y Rockefeller, así como el Departamento de Salud Pública y los Institutos Nacionales de Salud, de Estados Unidos.

Esas aportaciones sirvieron de envión para trazar la primera etapa de las instalaciones del Centro, mismas que estaban conformadas por tres bloques que albergaron inicialmente la dirección, la administración, biblioteca y los cuatro departamentos.

El complejo fue inaugurado formalmente el 6 de julio de 1963 por el presidente Adolfo López Mateos, en una ceremonia donde coincidentemente se entregaron los primeros diplomas de

1959 Manuel Cerrillo presentó la idea de la nueva institución a Eugenio Méndez Docurro

1960 El 17 de abril se inauguró oficialmente el Centro, con el objetivo de formar investigadores de alto nivel

1961 Arturo Rosenblueth tomó posesión como primer Director General del Cinvestav

El 28 de octubre el Cinvestav obtiene su Registro Federal de Causantes

El 6 de mayo el Diario Oficial dio cuenta de la creación del nuevo organismo, a través de un decreto firmado por el presidente Adolfo López Mateos



los graduados del Cinvestav: cinco de maestría y uno de doctorado. Dos años después, el presidente Gustavo Díaz Ordaz, inauguraría la segunda etapa del desarrollo, en el que se incluían dos edificios para instalar a los departamentos de Ingeniería Eléctrica y Química.

El contexto histórico que lo hizo posible

La presidencia de Adolfo López Mateos, el mismo que firmara el decreto de creación del Cinvestav, se caracterizó por buscar el desarrollo del país a partir de un modelo de sustitución de importaciones. Esto llevó a un cambio que acentuaba la preferencia de la producción de la industria transformativa y de la manufactura sobre la agricultura o la extractiva.

Estas políticas económicas que emprendía México requirieron de una transformación social que conllevaba la necesidad de una población más capacitada. Así, la educación profesional y técnica comenzó a incorporar a sectores sociales antes excluidos, el cuerpo de profesores se incrementó considerablemente y el sistema diversificó las ofertas educativas a fin de proveer recursos humanos calificados, además de ampliar el número de instituciones, con particular énfasis en la educación superior.

Adolfo Martínez Palomo hizo un recuento del contexto histórico en el que nació la institución durante su ponencia titulada *Logros y desafíos de los primeros 40 años del Cinvestav*, en el marco de la conmemoración de los 50 años del Centro.

En esa ocasión mencionó: “La situación política y económica de México, de mediados del siglo pasado, permitió el surgimiento de nuestro actual sistema científico y tecnológico, con la aparición de los primeros centros de investigación en el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México... Se tenía la premisa de que la ciencia y la tecnología, impulsadas con realismo y en forma equilibrada, e incorporadas con propiedad a los aspectos políticos, sociales, económicos y culturales de la nación, permitirían fijar las bases de la independencia económica y una participación equitativa a nivel regional o internacional”.

De forma que la creación de una instancia de investigación científica de calidad mundial y formadora de investigadores de alta especialidad, como fue diseñado el Cinvestav, se alineaba en la visión de un país que aspiraba a la modernidad y al desarrollo.🌀

Se crearon los primeros cuatro departamentos : Física, Fisiología, Matemáticas e Ingeniería Eléctrica



El 6 de julio, el complejo fue inaugurado formalmente por el presidente Adolfo López Mateos

1963

El presidente Gustavo Díaz Ordaz inauguró la segunda etapa del Centro



Inició actividades el Departamento de Bioquímica

1965

A cargo de Joseph Herz, arrancó el Departamento de Química



APORTES A LA FISIOLÓGÍA NACIONAL



Efrén Díaz Millán

Subdirección de Intercambio

Académico

ediazm@cinvestav.mx

De los cuatro departamentos fundadores del Cinvestav, Fisiología se ha destacado por consolidar los lineamientos de rigor y exigencia impuestos por Arturo Rosenblueth Stearns para la investigación científica, cuando se desempeñaba como Director General del Centro y primer Jefe del Departamento, actividades que realizaba simultáneamente.

La fundación del Departamento de Fisiología y Biofísica —que en 1985 se unió al de Biofísica y Neurociencias—, se dio en un momento muy prometedor para el desarrollo de estudios científicos en esa área de conocimiento; fue un punto en que a nivel internacional se generaban nuevos descubrimientos en la ciencia y surgían técnicas metodológicas novedosas que abrían muchas posibilidades de estudio.

Para esa época, la fisiología se mostraba como un campo en expansión que ya aportaba trabajos originales y de trascendencia. En ese contexto, Rosenblueth Stearns, protagonista del naciente movimiento científico mexicano, se concentró en la tarea de establecer y dar identidad al Departamento, dada su formación, la naturaleza de sus intereses y su dedicación a esta área de conocimiento.

En su tiempo, Arturo Rosenblueth fue considerado un fisiólogo destacado a nivel mundial por sus contribuciones al estudio de la transmisión sináptica química y de la excitabilidad en el corazón; con la creación del Departamento buscó dar continuidad a su labor de formación de investigadores en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, y muchos de quienes trabajaron con él se sumaron a la planta académica o fueron los primeros estudiantes en ingresar al Departamento.

Su empeño significó la materialización de estándares novedosos establecidos para el Centro: exigencia del grado de doctor para los profesores titulares; dedicación exclusiva y de tiempo completo; rigurosa selección del personal académico; calidad como requisito de ingreso o permanencia, y el principio de generar conocimiento y priorizar la investigación. Estos

parámetros permitieron formar y consolidar un grupo que, en pocos años, generó productos de investigación de relevancia e impacto para la ciencia del país.

En los años iniciales del Departamento, las principales ramas de la fisiología que emprendieron sus investigadores fueron la biofísica del sistema nervioso, la endocrinología y la homeostasis; además, sus programas de investigación analizaban la organización funcional de los sistemas neuronales, el aspecto biofísico del funcionamiento de los receptores de tensión, la transmisión química por la acetilcolina en la médula espinal y la organización funcional de la musculatura laríngea, entre otras líneas de investigación.

Durante sus 55 años de existencia, el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias ha mantenido una actividad de investigación constante, con lo cual ha forjado un prestigio bien sustentado dentro del ámbito científico nacional e internacional.

En opinión de algunos de sus investigadores existe coincidencia en destacar tres aportaciones significativas del Departamento a lo largo de su historia: el diseño de un modelo de investigación para estudiar la polaridad de los epitelios por medio de células MDCK (de riñón canino); creación de epitelios artificiales hechos con células epiteliales cultivadas, así como otras técnicas experimentales con las que se pudieron elucidar los mecanismos fundamentales de los epitelios de transporte: la formación de uniones oclusoras y la polaridad apical/basolateral, que pudiera permitir la aplicación más óptima de fármacos en los seres humanos.

El trabajo de investigación que ayuda a esclarecer los mecanismos de transmisión de la información en el sistema nervioso central, a nivel de médula espinal y de su comunicación al cerebro, con el análisis en profundidad del papel de la excitación y la inhibición presináptica en la médula espinal, para tener un mejor entendimiento de los mecanismos del control del movimiento y de la percepción del dolor.

Y, finalmente, los estudios sobre la enfermedad de Parkinson que describen y permiten la experimentación con los mecanismos de comunicación de la neurona dopaminérgica de la sustancia negra, con diferentes núcleos de los ganglios basales y de la corteza cerebral, que buscan estrategias terapéuticas para combatir la enfermedad que afecta a un número importante de la población.

El Departamento cuenta con una planta académica de

25
profesores

42
auxiliares

29
técnicos

27
estudiantes de maestría

96
estudiantes de doctorado

Actividad sináptica de la médula espinal

Una de las principales líneas de investigación del Departamento, y que por años ha sido cultivada, es el entendimiento de los mecanismos que regulan la actividad sináptica de la médula espinal. Varios de sus investigadores, entre los cuales destacan las aportaciones de Pablo Rudomín Zevnovaty, Premio Príncipe de Asturias en Investigación Científica y Técnica 1987 que otorga el gobierno español, han incursionado en este tema, aportando de manera significativa al entendimiento de los mecanismos espinales del control del movimiento y de manera aplicada los que median la percepción dolorosa.

Estos estudios son dirigidos fundamentalmente al análisis de los mecanismos del control central de la información transmitida por las fibras sensoriales en la médula espinal, y de cómo estas se modifican durante lesiones centrales y periféricas, así como durante procesos de inflamación aguda en el órgano.

Su contribución conceptual más importante ha sido la demostración de que las señales que van por las fibras sensoriales presentan un mecanismo que controla el flujo de información (por mucho tiempo se supuso que eran rutas fijas para el tráfico de información), y se demostró que son rutas potenciales, las cuales el propio sistema nervioso puede dirigir para activar determinados grupos de neuronas.

El mecanismo que controla el flujo de información es como un buen policía de tránsito que indica o comunica a los conductores, lo que sucede en cada ruta evitando el uso de varias de ellas al mismo tiempo, señala cuál es el camino más adecuado.

Por ejemplo, cuando se va a realizar un movimiento voluntario, la información que se tiene acerca de la posición de los músculos de la tensión, es que el propio sistema nervioso la selecciona unas milésimas de segundo antes de hacer el movimiento; es decir, optimiza la información que se necesita y quita la innecesaria. Ese mecanismo de selección de información ha sido fundamental para entender muchos de los procesos sensoriales y motores.

Actualmente se está estudiando cómo cambia el flujo de información con estimulación dolorosa a partir de capsaicina (componente activo del chile) y cómo se cambian los mapas de información sensorial mediante el empleo de modelos matemáticos que combatan los síntomas relacionados con el dolor.

La cantidad de graduados del Departamento con la línea de investigación sobre inhibición presináptica —tema que surgió en el área— y que continúan con el trabajo en diferentes instituciones académicas, han dado forma a una escuela o a una corriente de pensamiento generada a partir de la idea conceptual sobre la plasticidad del sistema nervioso y cómo puede dirigir los flujos de información sensorial, convirtiéndose en una aportación significativa a la ciencia.

Control experimental del Parkinson

Los estudios desarrollados sobre, el control del movimiento por los ganglios de la base del cerebro iniciados por Jorge Aceves Ruiz, Premio Nacional de Ciencias y Artes en el área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales 2000, ha llevado a tener procedimientos que permiten controlar el Parkinson de manera experimental, con posibilidades de llevarlos a la clínica.

La consolidación de esta línea de investigación implicó el desarrollo o implementación de diferentes técnicas de estudio, entre ellas el uso de microelectrodos para el registro intracelular de la actividad eléctrica cerebral y la voltametría.

También, la aplicación de la microdiálisis cerebral, el uso de neurotransmisores radioactivos para estudiar mecanismos de acción de fármacos sobre la transmisión de los impulsos nerviosos a través de las sinapsis centrales, técnicas de inmunohistoquímica (inmunofluorescencia) para determinar la regeneración de las neuronas por terapia génica y el empleo de rebanadas cerebrales para estudios electrofisiológicos.

Actualmente, esta línea de investigación desarrolla proyectos dirigidos a controlar el Parkinson de manera experimental asociando la terapia farmacológica a la terapia génica (transfección no viral del gen para el Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro —BDNF por sus siglas en inglés—, a las neuronas dopaminérgicas).

Este tratamiento, ya patentado, ha permitido regenerar las neuronas dopaminérgicas y recuperar la conducta motora normal en el Parkinson; los resultados abren la posibilidad de llevar el tratamiento a la clínica para controlar los trastornos motores de dicha enfermedad.

Las bases que estableció este trabajo han hecho que diversos investigadores hayan enfocado sus esfuerzos al entendimiento de las enfermedades neurodegenerativas como la de Parkinson, la Corea de Huntington y la de Alzheimer; así, a través de múltiples abordajes han aportado



información sobre su origen y mecanismos moleculares de su causa.

Con estos hallazgos se han desarrollado terapias génicas experimentales basadas en la transferencia de genes terapéuticos en vectores virales y no virales como el poliplex de neurotensina; además, los estudios de las enfermedades neurodegenerativas llevaron a profesores del departamento a crear el Banco Nacional de Cerebros que funciona en LANSE como una alternativa de material biológico para el estudio de estas enfermedades.

Fisiología de los epitelios

Una contribución más del Departamento es el estudio de la fisiología de los epitelios, y una de sus aportaciones más importantes ha sido el diseño de un modelo para estudiar la polaridad de los epitelios por medio de las células MDCK (Madin-Darby Canine Kidney, células cultivadas a partir de riñón canino), línea de investigación que inició Marcelino Cerejido Mattioli, Premio Nacional de Ciencias y Artes en el área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales 1995.

Con los epitelios artificiales es posible estudiar de qué manera estas células desarrollan las propiedades fundamentales que permiten la vida de los organismos multicelulares, como el ser humano. Los organismos para mantenerse vivos deben realizar un intenso intercambio de sustancias con el medio.

Por ello, es importante observar cómo hacen las células, en este caso cultivadas, para reconocerse unas a otras, asociarse para sellar los espacios entre ellas y no permitir el paso indiscriminado

de sustancias; es decir, entender cómo hace una célula epitelial para capacitarse a sí misma y cumplir todas sus funciones.

El intercambio celular entre el ser humano y el medio se lleva a cabo a nivel de los epitelios de transporte, por ejemplo, todo el aparato digestivo se encuentra tapizado por epitelios de transporte, los riñones y los ojos, entre otros órganos, que permiten el intercambio de todas las sustancias que los nutren.

Para entender cómo se realiza ese transporte se puede decir que los epitelios tienen dos propiedades básicas: una es establecer uniones ocluidoras que separan y no permiten saltarse el epitelio; la otra, es la polarización, mecanismo que regula, entre otras cosas, la direccionalidad del flujo de sustancias a través de los epitelios.

La elucidación de esas dos propiedades en el organismo fue significativa y para lograrlo fue necesario inventar y diseñar un epitelio nacido, crecido y desarrollado *in vitro*, con eso se resolvió el problema. Su importancia radica en que el 85 por ciento de las muertes humanas se deben a la falla de algún epitelio.

Al parecer el 90 por ciento de todos los cánceres tienen que ver con la función de un epitelio; entonces entender el trabajo de estos va a permitir desarrollar medicamentos para combatirlos.

El Departamento enfoca sus estudios a aspectos básicos de fisiología y neurobiología celular y molecular, también busca aplicaciones de estos a procesos patológicos diversos por ello sus aportaciones al estudio de los mecanismos que subyacen el desarrollo y terapéutica experimental del cáncer se ve en las aportaciones de algunos de sus miembros que estudian la adhesión, proliferación y diferenciación celular.

Otras contribuciones que destacan los investigadores son el haber institucionalizado el posgrado en el país, impulsado por Arturo Rosenblueth para el Departamento y todo el Cinvestav, mediante una formación académica formal, así como tener el grado de doctor como requisito para integrar la planta académica y la exigencia de dedicar tiempo completo a la investigación y la formación de estudiantes.

De ahí que el actual Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias tenga una amplia tradición en formación de recursos humanos; grupos de investigación en Colima, Puebla y la UNAM, son egresados del Departamento. ☺

¿UNA OPCIÓN TERAPÉUTICA?



Héctor de la Peña Durán
Subdirección de Intercambio
Académico
hdelapena@cinvestav.mx

El debate sobre la despenalización de la marihuana en México ha llegado a un punto sin retorno. Tres hechos emblemáticos en 2015 marcaron la ruta de este tema ampliamente discutido entre la sociedad, pero aplazado a nivel legislativo.

El primero de ellos fue el argumento que ofrecieron los padres de la niña Graciela Elizalde Benavides a fin de adquirir un medicamento basado en la marihuana, indicado para los intensos episodios de epilepsia de la menor a causa de un padecimiento conocido como síndrome Lennox-Gastaut, lo que resultó en la obtención de un amparo para poder importar el medicamento.

Después se dio el caso de los cuatro amparos otorgados por la Suprema Corte de Justicia de la Nación a ciudadanos mexicanos para la siembra y consumo particular de la hierba con uso recreativo. El último de ellos fue la iniciativa presentada por Miguel Ángel Mancera y Juan Ramón de la Fuente, que contempla la modificación de los artículos 237 y 247 de la Ley General de Salud, con la premisa de permitir el consumo del cannabis con fines medicinales.

De acuerdo a la evidencia científica, el consumo medicinal de la marihuana estaría orientado al tratamiento del dolor neuropático de diferentes orígenes, entre los que destacan la neuropatía diabética y post-herpética. También se indicaría



a pacientes con dolor por tratamientos contra el cáncer y esclerosis múltiple.

El tema no es menor, pues muchos indican que plantear el uso de la marihuana con fines medicinales sólo pretende allanar el camino para despenalizar su consumo recreativo. Entre esas voces se encuentran las de Vinicio Granados Soto y Gilberto Castañeda Hernández, investigadores del Cinvestav, quienes coinciden en que no existen argumentos científicos suficientemente sólidos para suponer que la marihuana muestra mejores resultados en el tratamiento del dolor que los medicamentos que se utilizan actualmente para contrarrestar los síntomas de los padecimientos descritos.

Ambos investigadores se dijeron a favor de la despenalización de la marihuana, pero sin poner como excusa su consumo medicinal, pues señalaron que esto puede ocasionar una desinformación sobre los verdaderos efectos de la planta, y sobre todo de sus consecuencias a largo plazo.

De hecho Granados Soto fue enfático al respecto, al subrayar que el uso medicinal de la planta significaría un retroceso para el avance de la ciencia. “En la historia del desarrollo de la terapéutica, en un principio la gente utilizó plantas, pero a partir de ellas se extrajeron principios activos, los cuales se purificaron y se dosificaron para crear los medicamentos. En pleno siglo XXI se pretende regresar al uso



de las plantas. Sería como querer quitar el dolor postoperatorio con la amapola, de donde se extrajo originalmente la morfina”.

Para Vinicio Granados Soto este análisis no es nuevo, en 2008 realizó un documento que fue presentado a legisladores de la Cámara baja que se acercaron al Cinvestav a fin de tener elementos científicos sobre el uso de la marihuana con fines medicinales. Desde entonces su postura ha sido la misma: la marihuana no presenta ninguna ventaja sobre los medicamentos indicados para el dolor neuropático o la esclerosis múltiple (como gabapentina y pregabalina) y tampoco representa una alternativa más barata.

La respuesta quizá no fue la esperada por parte de los legisladores, quienes nunca realizaron alguna retroalimentación sobre el texto. Pero el documento del investigador del Departamento de Farmacobiología del Cinvestav, quien es uno de los especialistas más importantes en el estudio del dolor en México, no surgió como opinión a título personal, se basó en el análisis de las publicaciones relacionadas al uso de la marihuana como alternativa en el tratamiento del dolor.

Encontró que la mayoría de los estudios realizados hasta 2008 en torno al uso de la marihuana para el control del dolor empleaban una cantidad mínima de pacientes que no superaba las dos decenas, y que prácticamente ninguna de las investigaciones tomaba en cuenta los efectos a largo plazo, ya que la duración de las pruebas eran de alrededor de una semana.

“Los reportes de las investigaciones realizadas en diversas partes del mundo referían que los pacientes que fumaban de manera controlada la marihuana, con una concentración de cinco por ciento de delta-9 tetrahidrocannabinol (principal agente activo de la planta), mostraban una

reducción de dolor. Sin embargo, no se mencionaban los problemas relacionados con el consumo habitual (de la hierba) que es necesario para el tratamiento del dolor crónico”, mencionó Granados Soto.

Los “problemas relacionados” a los que se refiere el investigador son los que otros estudios han revelado sobre el consumo recreativo constante de la marihuana; es decir, produce una deficiencia de los procesos cognitivos o la memoria de corto plazo, además de producir psicosis, ataques de pánico y ansiedad en algunos consumidores.

Este conjunto de síntomas está relacionado a su vez con accidentes de tránsito, al provocar sedación, somnolencia e incoordinación motora en el individuo. Las personas que fuman marihuana de forma continua también están expuestas a desarrollar inflamación de vías aéreas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer.

Aunque el investigador del Departamento de Farmacobiología reconoció que los estudios sobre el uso médico del cannabis sí han arrojado datos positivos sobre el tratamiento del dolor, señaló que un factor a considerar es la concentración del delta-9 tetrahidrocannabinol en cada dosis (cigarro), ya que al no asegurarse el mismo porcentaje de la sustancia activa en cada toma, los resultados podrían variar drásticamente.

En ese sentido se expresó Gilberto Castañeda Hernández, al subrayar que lo primero que se debe considerar para el uso de la marihuana como un factor terapéutico es la estandarización del producto, una característica que resulta difícil controlar en los productos naturales.

“La calidad en el aspecto terapéutico es muy importante para asegurarnos que la respuesta

que ofrece un producto sea reproducible; o sea, que lo que se consuma hoy tenga un efecto muy parecido a una misma dosis que se ingiera un mes o un año después. Eso es muy difícil de obtener con los productos naturales, porque las plantas presentan variabilidad individual de acuerdo a su proceso de crecimiento”, sostuvo Castañeda Hernández, quien es experto en la evaluación de medicamentos.

El investigador del Departamento de Farmacología hizo una analogía con los chiles, los cuales a pesar de ser de la misma variedad y tener una apariencia similar, son picosos de acuerdo a la concentración de capsaicina, el elemento que le da la característica picante, ya que si la planta sufre de algún tipo de estrés se desarrolla con mayor concentración de su sustancia activa.

Lo mismo pasa con la marihuana, en algunas ocasiones estará más concentrado el delta-9 tetrahidrocannabinol que en otras, según las condiciones en las que creció la hierba, lo que significa que no siempre podría generar el mismo efecto terapéutico.

Por esa razón, Castañeda Hernández se mostró escéptico sobre los beneficios reales que tenga la aprobación del uso medicinal de la marihuana, a diferencia de lo que pueden ofrecer las formulaciones de medicamentos a partir de sustancias activas del cannabis, donde el control de calidad esté bien definido y estandarizado.

Dijo que de aprobarse el uso medicinal de la marihuana se debe asegurar que existan lotes de la planta con una producción estandarizada, para que se evite una sobrerrespuesta; es decir, que se fume o se ingiera una cierta dosis y el paciente presente malestares.

Señaló que además de ser una alternativa en el tratamiento de dolor neuropático, la marihuana también se ha probado como un adyuvante



En un principio la gente utilizó plantas, pero a partir de ellas se extrajeron principios activos, los cuales se purificaron y se dosificaron para crear los medicamentos. Ahora, en pleno siglo XXI se pretende regresar al uso de las plantas. Sería como querer quitar el dolor postoperatorio con la amapola”

Vinicio Granados Soto

para tolerar los efectos de la quimioterapia en pacientes con cáncer, con lo que puede contribuir al apego del tratamiento.

Empero, advirtió que en cierto sector de la sociedad se tiene la falsa creencia de que también puede curar el cáncer, por lo que dijo que los procesos para legalizar el uso médico de la hierba deben estar acompañados con una difusión bien estructurada, que permita conocer de una manera adecuada sus alcances reales, tanto médicos como recreativos.

Esa reflexión llevó a Castañeda Hernández a una conclusión más crítica: “No debe confundirse lo medicinal con lo recreativo, porque si se trata de controlar una enfermedad o padecimiento es imperativo garantizar la calidad del producto, de tal manera que cada dosis de marihuana le dé un efecto deseado al paciente. Si no se puede garantizar eso, entonces la iniciativa es una vacilada que busca acercarse a la legalización como uso recreativo, lo cual no está mal, pero hay que asumir la responsabilidad de ese paso”.



DE LA LIBRE ELECCIÓN AL RIESGO DE ADICCIÓN



Guillermo Cárdenas Guzmán
Subdirección de Intercambio
Académico
gcardenas@cinvestav.mx

Mientras en México continúa el debate entre los partidarios de la prohibición y los defensores de la prescripción médica de la marihuana, el uso de esta planta y su probable legalización para fines no terapéuticos también plantean serias interrogantes y generan preocupación entre muchos especialistas por sus efectos a nivel social e individual.

Según los datos de la Encuesta Nacional de Adicciones 2011, la marihuana se mantiene

como la droga regulada de mayor consumo entre la población de 17 a 65 años en México, con una prevalencia del 1.2 por ciento, más del doble en comparación con la cocaína (prevalencia de 0.5 por ciento).

Otro ejercicio más reciente, la Encuesta Nacional de Consumo de Drogas en Estudiantes 2014, indica que la prevalencia de empleo de la marihuana entre jóvenes de bachillerato fue de 18.5 por ciento en el medio urbano y de 11.8 por ciento en el ámbito rural. Entre los alumnos de secundaria las prevalencias tuvieron un porcentaje de 6.7 y 3.9, respectivamente.

Al comentar los resultados de esta encuesta, en declaraciones a los medios de comunicación, el titular de la Comisión Nacional contra las Adicciones, Manuel Mondragón y Kalb, lamentó que algunos jóvenes comiencen a experimentar con la marihuana desde que cursan quinto o sexto grado de primaria.

En ese contexto, ¿qué nuevos retos en materia médica, social y asistencial plantea el llamado uso "recreativo" de esta droga? ¿El número de usuarios y dependientes crecería en caso de autorizarse para fines no terapéuticos? ¿Qué consecuencias individuales y sociales acarrearía esta situación? ¿Podría registrarse no sólo una mayor proporción de consumidores, sino también más casos de adicciones?



Estas son algunas de las interrogantes que se plantean en los foros de debate nacional sobre la marihuana, que por iniciativa de la Subsecretaría de Derechos Humanos de la Secretaría de Gobernación realizan expertos mexicanos y extranjeros en distintas sedes del país.

Las conclusiones de la investigación científica y la medicina basadas en evidencias pueden y deben enriquecer notablemente esa discusión y aportar elementos para el diseño de estrategias de prevención de adicciones y políticas públicas en la materia.

La inocuidad, un mito

Gracias a los estudios realizados con equipos de imagenología médica, como la tomografía axial computarizada o la resonancia magnética funcional, que permiten monitorear la actividad del cerebro en directo, los neurocientíficos han encontrado que el Sistema Nervioso Central de las personas adictas funciona en forma diferente al de aquellas que no son consumidoras habituales o que se abstienen de las drogas.

(entre estos endocannabinoides están la anandamida y la oleamida).

Al ingerir los compuestos de la *cannabis sativa* también se estimula este sistema, pero en forma desproporcionada, pues las cantidades que llegan al cerebro por esa vía externa resultan decenas o cientos de veces mayores en comparación con los de los endocannabinoides. Esto depende de las dosis y concentraciones de la droga.

Dichas alteraciones en los sistemas neuroquímicos —señala Óscar Prospero en su artículo *La marihuana*, publicado junto con Alejandra Ruiz Contreras— (*Ciencia*, enero-marzo de 2014) hacen que el cerebro procese lentamente la información que percibe del medio ambiente y con un mayor grado de error.

Silvia Lorenia Cruz Martín del Campo, investigadora del Departamento de Farmacobiología del Cinvestav, refiere que en general, el consumo reiterado de drogas detona alteraciones en la producción de diversos neurotransmisores (sustancias que permiten la comunicación entre las

La posible legalización del consumo de esta sustancia con fines no terapéuticos plantea grandes retos en materia de salud pública, sobre todo en la atención a grupos vulnerables como los adolescentes

Uno de ellos es Óscar Prospero García, investigador del Departamento de Fisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien afirma que la marihuana no es inocua, como sostienen muchos de sus usuarios. Esta planta contiene más de 400 compuestos químicos y su humo —al igual que el del tabaco— desprende hidrocarburos aromáticos policíclicos como los benzopirenos, que son potencialmente cancerígenos.

Además, su uso reiterado produce una serie de cambios en múltiples sistemas cerebrales, como el de recompensa, que provee sensaciones placenteras tras tener sexo o comer; el de defensa, que media la ansiedad y el miedo, así como las respuestas autónomas que los acompañan, además de alterar el desempeño cognitivo.

Otro sistema cerebral que sufre alteraciones es el llamado endocanabinoide, que posee receptores específicos como el CB1 que se activan por la liberación de sustancias similares a los compuestos activos de la marihuana, pero que son producidos en forma natural por el propio cerebro humano y el de casi todos los mamíferos

células nerviosas, como la dopamina y las endorfinas), lo que a su vez modifica los niveles de intercambio de información química en el cerebro.

Según la especialista, el uso frecuente de la marihuana puede producir falta de interés en las cosas que antes producían placer, descuido personal, falta de iniciativa y desgano (síndrome amotivacional), además de trastornos pulmonares similares a los que genera fumar tabaco, alteraciones hormonales y pérdida de la memoria (El cerebro y el consumo de drogas. *Cinvestav*, abril-junio de 2006).

Adolescentes, grupo de alto riesgo

La frecuencia de consumo, así como la edad de inicio (a menor edad, mayor daño) son factores importantes en el deterioro cognitivo asociado al uso de marihuana, sostiene Óscar Prospero. Y aunque todavía existe controversia científica, múltiples estudios clínicos, epidemiológicos y de laboratorio han encontrado evidencias de que el cerebro adolescente resulta más vulnerable a esta droga que el de un adulto.

Por ejemplo, al centrarse sólo en los efectos con mayor relevancia de la marihuana en términos de salud pública, Wayne Hall y Louisa Degehardt (*Adverse health effects of non medical cannabis use*, *The Lancet*) encontraron síndrome de dependencia, mayor riesgo de choques en vehículos automotores, enfermedades cardiovasculares, daños a la función respiratoria y trastornos de salud mental y desarrollo psicosocial en población adolescente.

Un estudio longitudinal realizado con dos grupos de gemelos (*Impact of adolescent marijuana use on intelligence*), publicado este año en las *Actas de las Academias Nacionales de Ciencias* de Estados Unidos (PNAS) por Nicholas J. Jackson y otros autores, encontró un menor desempeño intelectual, medido a través de cuestionarios, en los usuarios regulares en comparación con los no consumidores.

Alonso Fernández Guasti, investigador del Departamento de Farmacobiología del Cinvestav, coincide con que los adolescentes son un sector de la población especialmente vulnerable a los riesgos del consumo abusivo y la adicción a la marihuana. “El cerebro en desarrollo tiene más posibilidades de ser alterado, de modo que cualquier cosa que lo afecte puede ser más perjudicial”, señala en entrevista.

María Elena Medina Mora, investigadora del Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz (INPRFM), reconoce que la preocupación más importante en relación con el consumo de marihuana es el impacto negativo que puede tener en un cerebro que no ha madurado, es decir el de niños y adolescentes.

“La investigación nos dice que cuando una persona adulta usa esta sustancia de manera frecuente desarrolla alteraciones cognitivas; estas son reversibles después de un periodo importante de abstinencia, pero para la población adolescente no tenemos esa misma evidencia de que haya reversibilidad en el deterioro”, dice la especialista en adicciones.

La también directora del INPRFM recuerda que los receptores cerebrales donde se ligan los compuestos de la marihuana se localizan cerca de aquellos que regulan la memoria a corto plazo, la atención y la percepción del tiempo, lo que explica, al menos en parte, por qué el consumo de esta droga se asocia con un menor desempeño escolar e incluso con deserción.

Medina Mora se pregunta si las instituciones del sector salud, los centros de asistencia, las



Fotografía: Héctor de la Peña



“¿Por qué razón perdemos más vidas, por la lucha contra el narcotráfico o por el consumo de drogas? ¿Qué afecta más al país?”

Fernández Guasti

familias y todos los demás grupos involucrados podrán proteger a los adolescentes de este tipo de riesgos —sobre todo a los que son más propensos a la adicción— cuando aún no se tiene la capacidad e infraestructura suficiente para prevenir las consecuencias del uso y abuso de otras drogas como el alcohol.

¿Legalizar o no?

Alonso Fernández Guasti observa que en el debate nacional sobre este delicado tema se ha transitado desde una visión fundamentada preferentemente en los aspectos bioquímicos y toxicológicos de los compuestos de la marihuana hacia otra que considera las implicaciones éticas, sociales y legales (la libertad de elección individual, por ejemplo) asociadas con su consumo.

El científico del Cinvestav señala que es necesario evaluar la posibilidad de que en el corto plazo aumente el consumo tras una eventual legalización, pero habría que preguntarse también por los beneficios a largo plazo de semejante medida. “¿Por qué razón perdemos más vidas,

por la lucha contra el narcotráfico o por el consumo de drogas? ¿Qué afecta más al país?”, se pregunta Fernández Guasti.

Asimismo, dice el investigador, habría que considerar la experiencia en otros países como Uruguay, que en 2013 aprobó la regularización de la producción, tenencia, venta y usos medicinales y lúdicos de la *cannabis sativa*, o de Estados Unidos, donde se permite el empleo “recreativo” de la misma en Alaska, California, Colorado y Washington, además de sus aplicaciones terapéuticas en 19 estados y en el Distrito de Columbia.

En tal sentido, un estudio realizado por especialistas adscritos al Centro de Investigación sobre Uso de Drogas y VIH de la Universidad de Nueva York encontró que ante la eventual legalización, el empleo de marihuana aumentaría entre un grupo de adolescentes preparatorianos que fueron encuestados.

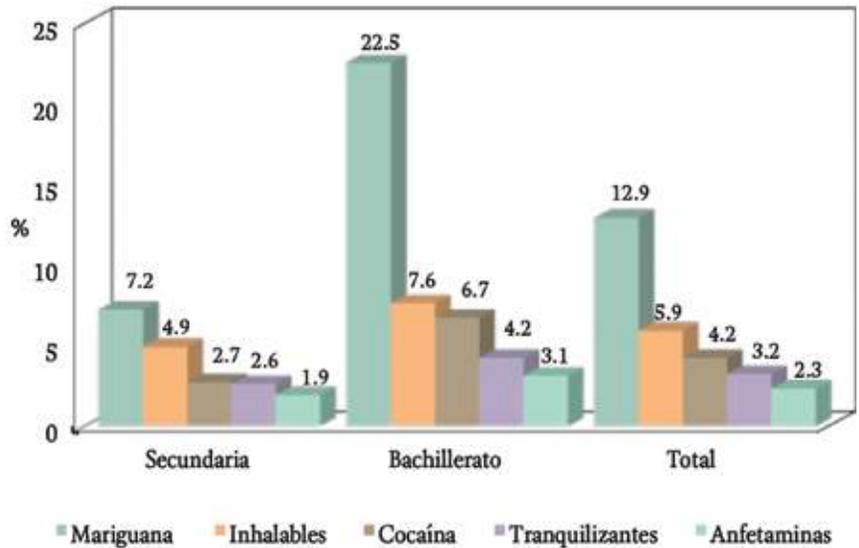
El trabajo, publicado en 2014 en la *Revista Internacional de Política sobre Drogas* con el título *Correlatos de Intenciones en uso de cannabis entre estudiantes de preparatoria en caso de legalización*, utilizó datos de otro estudio nacional sobre actitudes, comportamiento y valores entre estudiantes de nivel medio en Estados Unidos.

Los científicos observaron que 10 por ciento de los estudiantes que reportaron no haber probado la marihuana en su vida estarían dispuestos a hacerlo si fuera legal. Un resultado que sorprendió a los propios autores fue que grandes proporciones de individuos clasificados en subgrupos de bajo riesgo (como no fumadores de tabaco o pertenecientes a grupos religiosos) también reportaron su intención de usarla en caso de ser legalizada.

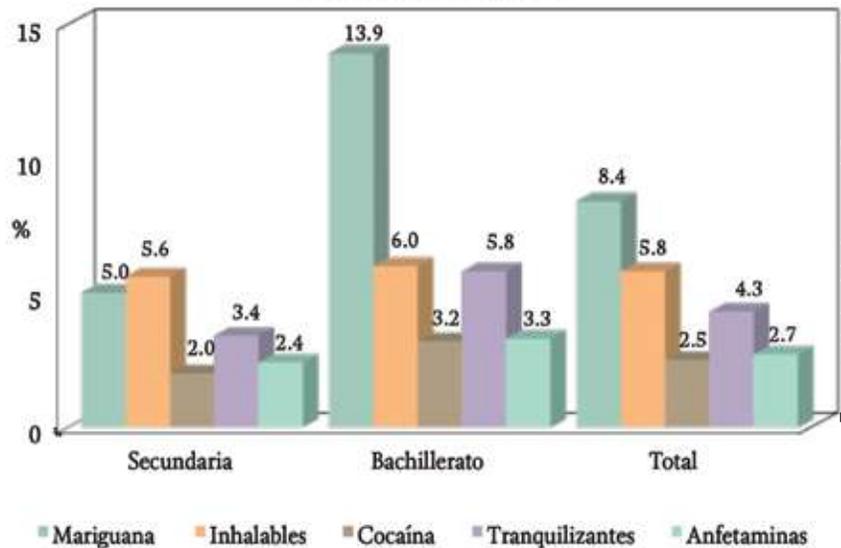
“Estos datos sugieren que muchas personas estarían evitando su consumo solamente porque es ilegal, no porque resulte dañina para la salud”, consideró el líder del estudio, Joseph J. Palmar, quien junto con sus colaboradores destacó la necesidad de abordar este tema menos desde un enfoque moral y más desde el punto de vista de salud pública.

“Hay gente que promueve la legalización con base en el argumento de que es una hierbita inocua; sin embargo, el hecho que tenga efectos dañinos, al igual que el azúcar, no define el debate. Dónde establece los límites el Estado, qué margen le deja al individuo para la libertad de decisión, esa es la discusión importante”, concluye Fernández Guasti.

Prevalencia Total del Consumo de Drogas en Estudiantes Hombres



Prevalencia Total del Consumo de Drogas en Estudiantes Mujeres



Encuesta Nacional de Consumo de Drogas en Estudiantes 2014, Reporte de drogas

Referencias

De sueños y pesadillas, los efectos de las drogas. Silvia L. Cruz Martín del Campo. Editorial Trillas, México, Segunda edición, 2012.

La marihuana. Alejandra Ruiz Contreras y Óscar Prospero García. *Ciencia*, revista de la Academia Mexicana de Ciencias, enero-marzo de 2014.

Encuesta Nacional de Adicciones 2011. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz, Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud.

Encuesta Nacional de Consumo de Drogas en Estudiantes 2014, Reporte de drogas.

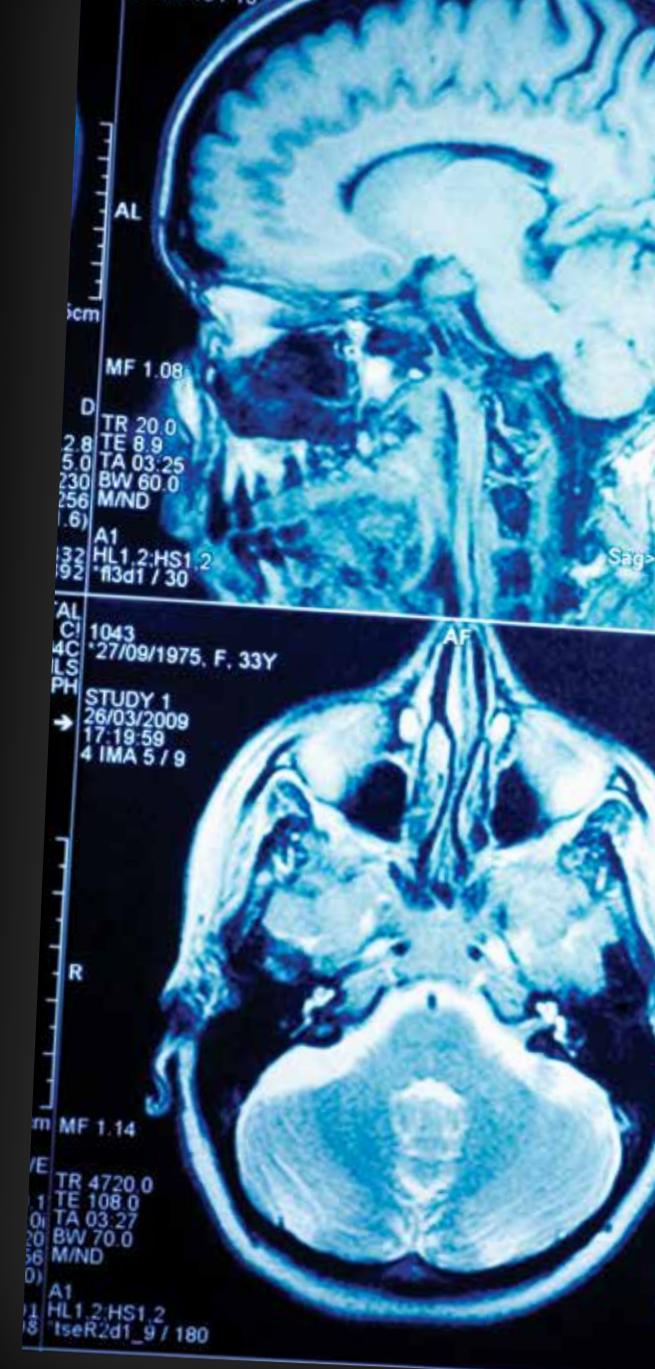
DE REMEDIOS Y ENFERMEDADES PRIMERO NO DAÑAR



Jesús Ramírez Bermúdez
Jefe de la Unidad de
Neuropsiquiatría, Instituto Nacional
de Neurología y Neurocirugía
jesusramirez@yahoo.com.mx

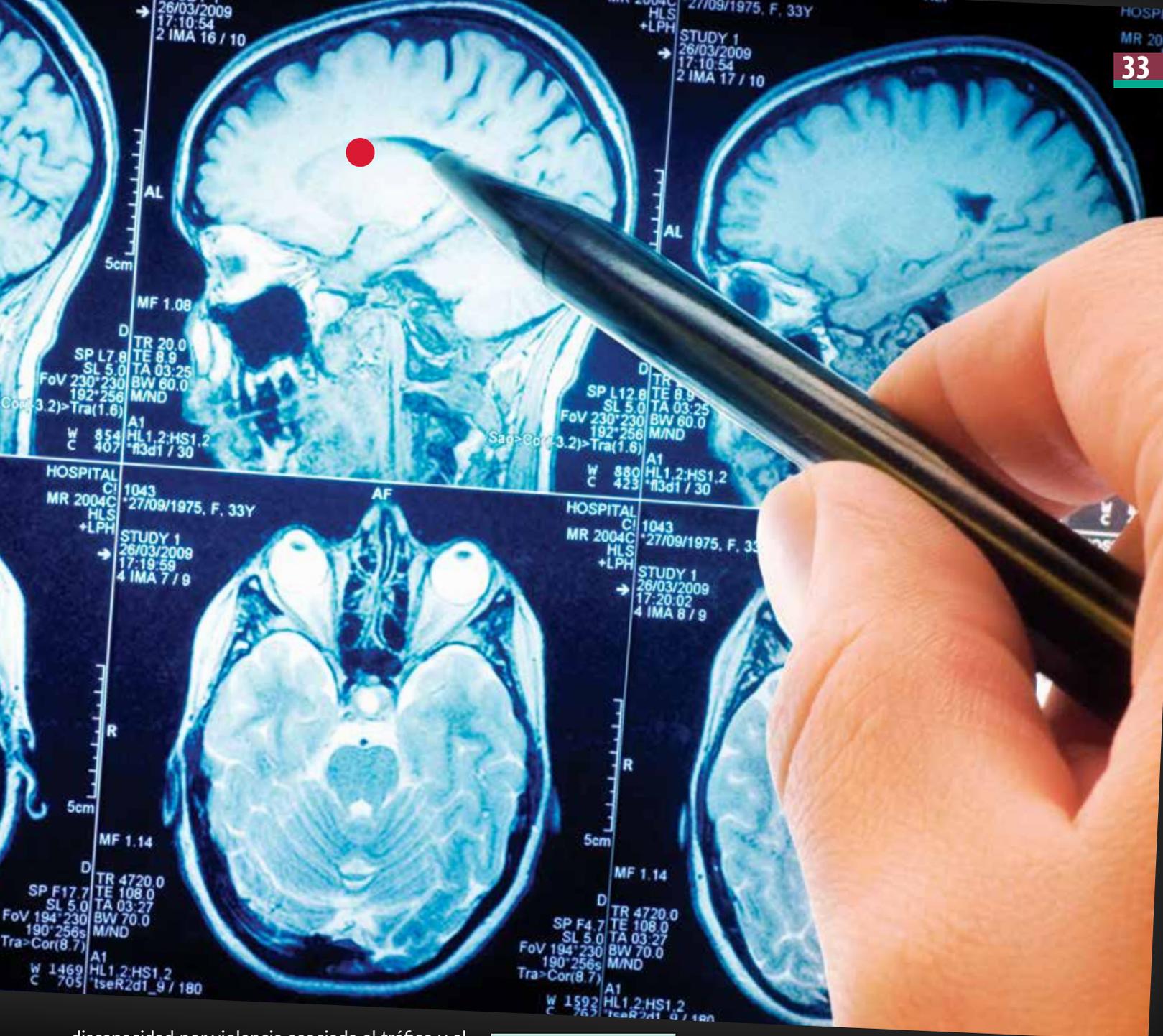
Los expertos en neurociencias clínicas somos consultados con frecuencia acerca de los efectos nocivos de la marihuana y otras drogas sobre la estructura cerebral, como parte de una estrategia política que busca la legitimación científica de la prohibición. A estas alturas no hay duda alguna acerca del daño que el consumo de cannabis produce en el sistema nervioso. Una revisión sistemática de 142 estudios de neuroimagen encontró alteraciones en las cortezas frontal y temporal, así como en el cerebelo, lo cual parece relacionarse con la cantidad de consumo¹. Esto se asocia con alteraciones cognitivas (disminución del rendimiento en tareas de función ejecutiva), con el síndrome amotivacional, y con algunos efectos cardiovasculares². En personas con vulnerabilidad genética para esquizofrenia, el consumo diario de marihuana puede acelerar la conversión a psicosis y exacerbar la aparición de episodios sintomáticos³. Es indudable que el consumo de cannabis puede tener consecuencias patológicas, aunque esto depende de la cantidad del consumo, la exposición durante periodos críticos del desarrollo, y la potencia de la droga.

Pero cuando uno se refiere a la criminalización del consumo de drogas, la pregunta más importante para un médico, y para la sociedad también, es la siguiente: ¿el remedio es mejor que la enfermedad? ¿Cuáles son las consecuencias del tratamiento penal de los consumidores de cannabis? ¿Ir a prisión es el tratamiento médico que permite la recuperación del volumen cerebral y del funcionamiento cognoscitivo alterados por el consumo crónico de marihuana? Por el contrario, en términos generales, el encarcelamiento de los consumidores aumenta los riesgos para su salud, afecta la salud mental, aumenta el riesgo de consumir drogas duras como los



opiáceos, y el riesgo de padecer actos violentos o abuso sexual, con las consecuencias esperadas en cuanto a enfermedades de transmisión sexual. Las medidas carcelarias disminuyen la funcionalidad laboral y escolar del consumidor, afectan la calidad de vida, incrementan el estigma y la discriminación, fracturan las redes familiares, debilitan la productividad económica y generan gastos monumentales al Estado y a los contribuyentes en su conjunto.

En el reporte *Ending the drug wars*, la Escuela de Economía de Londres (con la participación de tres ganadores del premio Nobel de Economía) argumenta que la descriminalización del consumo, si bien no reduce los daños directos a la salud provocados por las drogas, sí disminuye los daños indirectos a la salud y a la economía, que resultan de las políticas de "guerra" contra las drogas (encarcelamiento de usuarios, pérdidas económicas para el usuario, su familia y el Estado, muerte o



discapacidad por violencia asociada al tráfico y el combate a las drogas)³.

La organización *Global Commission on Drugs*⁴, formada por Mario Vargas Llosa, Carlos Fuentes, Kofi Annan, Richard Branson, y varios ex presidentes de América Latina y Europa, sostiene que “las iniciativas de descriminalización no dan como resultado aumentos significativos del uso de drogas”, y pone como ejemplo el caso de Portugal, donde la política de despenalización sólo produjo un ligero incremento en el consumo, similar al observado en países donde se mantuvo una política de criminalización; las tasas de consumo en España, que mantiene políticas de criminalización del consumidor, son superiores en el mismo plazo a las observadas en Portugal. La comparación entre Amsterdam, donde se permite el consumo de cannabis, con San Francisco,

Referencias

1. Batalla, A., et al. Structural and functional imaging studies in chronic cannabis users: a systematic review of adolescent and adult findings. *PLoS One* 8, e55821 (2013)
2. Volkow, N.D., et al. Adverse health effects of marijuana use. *N Engl J Med* 371, 879 (2014)
3. *Ending the Drug Wars*. Report of the LSE Expert Group on the Economics of Drug Policy (2014)
4. *Guerra a las drogas*. Informe de la Comisión Global de Políticas de Drogas (2011)

donde se penaliza el consumo, mostró índices menores de consumo en la ciudad europea⁴.

Frente a las condiciones legislativas que regulan el consumo de cannabis, el especialista en neurociencias clínicas debe ir más de la legitimación o la invalidación de los posibles usos terapéuticos de la marihuana (en su mayoría poco investigados debido a las evidentes barreras legales y culturales). Tampoco debe enfocarse en los daños a la salud inducidos por el consumo crónico. Esta dimensión es indudable, pero la función más importante del médico consiste en desarrollar estrategias preventivas y curativas, catalogadas según su nivel de evidencia, y en separarlas de los remedios que simplemente son peores que la enfermedad: por ejemplo, el tratamiento penal del consumidor de cannabis. Según el juramento hipocrático, “primero no dañar”.

FÁRMACOS QUE PRODUCEN

Silvia L. Cruz y Carolina López*

Las sustancias que modifican la percepción, las emociones y/o el estado de ánimo son conocidas con el nombre genérico de sustancias psicoactivas. Evidentemente en la práctica clínica es deseable modificar un estado de ánimo con el propósito de aliviar la ansiedad generalizada, la depresión o un trastorno obsesivo compulsivo, por citar sólo algunos ejemplos. Uno de los grandes logros de la medicina moderna es haber desarrollado fármacos eficaces para el tratamiento de diversos trastornos de ánimo con lo cual la calidad de vida de un gran número de personas se ha incrementado notablemente. Gracias a este avance, trastornos que en el pasado eran incapacitantes y requerían hospitalización pueden ser tratados en consulta externa con muy buenos resultados. Esto ha sido posible por la investigación clínica y científica que ha llevado al desarrollo de nuevas moléculas, de diversas formas farmacéuticas y de regímenes de dosificación apropiados para el tratamiento de distintos trastornos.

Dentro de las sustancias psicoactivas no sólo se encuentran las medicinas que controlan los trastornos del estado de ánimo, del sueño o de la ansiedad, sino las drogas de abuso, llamadas así por su alta capacidad para producir adicción. La experiencia indica que hay que ser cauteloso con los compuestos que conforman esa categoría ya que su consumo conlleva el riesgo de perder el control sobre la cantidad ingerida, con las consecuencias negativas asociadas para el sujeto y la sociedad.

¿En qué consisten las diferencias entre las medicinas psicoactivas y las drogas de abuso? La respuesta a esta pregunta es compleja y requiere tener en cuenta que los efectos de los fármacos dependen no sólo de sus mecanismos particulares de acción, sino de las condiciones de las personas que los consumen, del régimen de dosificación (cuánto y cuándo se toma), de la forma farmacéutica (pastilla, tableta dispersable, jarabe, ampolleta para inyección, parche de liberación prolongada, etc.) y de la vía de administración. Por eso, una misma sustancia puede ser muy útil cuando se usa de manera contro-



DEPENDENCIA Y ADICCIÓN*

lada en un hospital y muy peligrosa cuando se vende en el mercado negro como droga.

Un ejemplo claro es la morfina. Su uso en hospitales y por personal capacitado da excelentes resultados en el alivio del dolor intenso en casos de cáncer terminal; sin embargo, cuando es utilizada con fines de alteración de la conciencia es una droga peligrosa. No es lo mismo que una persona enferma reciba morfina a dosis bajas, con administraciones espaciadas para aliviar el dolor, a que una persona sana se inyecte dosis elevadas de la misma sustancia cinco o seis veces en un día (como ocurre con algunos adictos) para alcanzar un efecto de intoxicación o evadirse de una realidad que no le resulta agradable. Otro ejemplo: las benzodiazepinas son eficaces en el tratamiento de trastornos de ansiedad y del sueño, como anticonvulsivantes y como anestésicos de muy corta duración. Su utilidad clínica está fuera de toda duda, pero su uso continuo durante periodos prolongados puede llevar al desarrollo de dependencia física.



En casos como estos es frecuente que cuando el médico prescribe alguna sustancia psicoactiva el paciente se pregunte si existe o no el riesgo de volverse adicto o dependiente a ella. Es importante aclarar que no es lo mismo adicción que dependencia física y que las sustancias de uso médico, si se consumen bajo supervisión y con una correcta adherencia al tratamiento, son una buena alternativa terapéutica aunque puedan producir dependencia física. Por el contrario, esas mismas sustancias si se consumen como drogas de abuso, al igual que otras drogas que no tienen utilidad médica, producen un deterioro clínico significativo de consecuencias importantes.

Definición de conceptos

En el terreno de las sustancias psicoactivas es necesario distinguir entre abuso, dependencia, tolerancia y adicción. El *Manual diagnóstico y estadístico de las enfermedades mentales* en su cuarta edición (DSM-IV) define al *abuso de sustancias* como un patrón desadaptativo de consumo con consecuencias adversas significativas y recurrentes para el usuario, tales como incumplimiento de obligaciones importantes, consumo recurrente de las sustancias en situa-

ciones en las que hacerlo es físicamente peligroso, o problemas legales, sociales o interpersonales frecuentes. Cuando se han presentado uno o más de estos problemas a lo largo de los últimos 12 meses se considera que hay abuso. En el caso de las drogas se puede ejemplificar con alguien que ha empezado a experimentar con la cocaína de manera frecuente, que ha llegado tarde a su trabajo o escuela a causa de ello, que se ha excedido en sus gastos para poder adquirirla y/o que tiene problemas con su familia por el consumo de esa sustancia.

Para los fármacos de prescripción médica, el panorama puede ser, al menos superficialmente, diferente. En este caso se habla de abuso cuando hay un consumo diferente al prescrito por el médico. Esto incluye tomar la sustancia por sus efectos subjetivos, en cantidades mayores o con más frecuencia de lo recomendado, por razones diferentes a las que fueron indicadas o por rutas de administración distintas a la recomendada (por ejemplo, por vía intravenosa en lugar de oral), todo ello con consecuencias adversas para la salud.

El fenómeno de adicción es complejo, ya que involucra un trastorno de la conducta en el cual la droga se convierte en una parte fundamental de la vida de un individuo. De acuerdo con el DSM-IV, se habla de adicción cuando se presenta un deterioro clínicamente significativo como consecuencia del consumo de una sustancia. Se caracteriza por la presentación de tres o más de los siguientes signos en algún momento de un periodo continuo de 12 meses:

1. Tolerancia
2. Dependencia física
3. Consumo de la sustancia en cantidades mayores o por periodos más largos de lo que originalmente se pretendía
4. Deseo persistente o esfuerzos infructuosos de controlar o de interrumpir el consumo de la sustancia
5. Empleo de tiempo cada vez mayor en actividades relacionadas con la obtención o el consumo de la sustancia
6. Reducción importante de las actividades sociales, laborales o recreativas debido al consumo de la sustancia
7. Consumo continuo de la sustancia a pesar de tener conciencia del daño que ocasiona.

La tolerancia se define por cualquiera de las siguientes situaciones: a) una necesidad de cantidades marcadamente crecientes de la sustancia para conseguir el efecto deseado; b) el efecto de las mismas cantidades de sustancia disminuye claramente con el consumo repetido. La dependencia física, por su parte, se manifiesta por la aparición de un síndrome de abstinencia específico al suspender el consumo de la sustancia.

Como se puede observar, el que una persona sea adicta no significa que no esté consciente del daño que esto le ocasiona. Al contrario, sabe que la droga es nociva para su salud, quisiera tomar menos o interrumpir su consumo y ha tratado de hacerlo, pero no lo consigue.

Es importante recalcar que la dependencia física no es sinónimo de adicción, sino sólo uno de sus componentes. Cuando hay dependencia física, la suspensión del consumo de la sustancia lleva a la presentación de malestares físicos claramente observables. En el caso de la abstinencia a opioides, morfina y heroína por ejemplo, se presenta lacrimación, sudación, piloerección, diarrea y pérdida de peso, entre otras cosas. Esto significa que el organismo ya se había adaptado a funcionar en presencia de la sustancia y su ausencia le ocasiona trastornos importantes. Por otro lado, la adicción es más compleja y tiene que ver con toda la conducta del individuo, y no sólo con los cambios físicos.

El consumo crónico de algunas sustancias psicoactivas de prescripción médica puede producir dependencia física. El médico que las prescribe sabe que estas medicinas deben tomarse con precaución y no pueden suspenderse abruptamente a riesgo de presentar un síndrome de abstinencia. Por ello, recomienda una supervisión estrecha y, llegado el momento, una suspensión gradual de la dosis hasta lograr su retiro. ¿El hecho de que se produzca dependencia física es razón suficiente para no tomar estas medicinas? No, ya que constituyen elementos terapéuticos muy valiosos. Es razón suficiente, eso sí, para seguir exactamente las indicaciones del médico tratante y para no automedicarse con ellas.

El consumo crónico de las llamadas drogas de abuso es diferente porque constituye un riesgo real para la salud de las personas e influye negativamente en la sociedad. En la tabla 1 se resumen los efectos de algunas de las principales sustancias que conforman este grupo. Como

puede observarse, algunas de ellas producen efectos inmediatos que pueden poner en peligro a las personas y todas producen efectos crónicos indeseables. Como ejemplo de riesgo durante la intoxicación, los depresores del sistema nervioso producen un deterioro marcado del juicio y de la coordinación locomotora, lo cual es incompatible con el manejo de vehículos y maquinaria; las metanfetaminas producen agresividad y violencia en algunas personas, mientras que el GHB pérdida de conciencia. Como ejemplo de efectos adversos por uso crónico, los estimulantes producen trastornos cardiovasculares e infartos cerebrales; los inhalables daño neuronal y los cannabinoides pérdida de la memoria, por citar sólo algunos. La gran mayoría de las drogas de abuso tienen en común el hecho de que pueden producir adicción, es decir, la pérdida de control del consumo de una sustancia con deterioro significativo de la calidad de vida del adicto, conciencia del daño que se está produciendo, deseos infructuosos de interrumpir su consumo, etc. Algunas investigaciones recientes muestran que en los adictos se producen cambios de larga duración que afectan profundamente el funcionamiento de algunas vías de gran valor adaptativo para los humanos.

Nos referimos a las áreas del cerebro que conforman lo que se conoce como el "sistema de recompensa" o las "vías del placer". Aunque las diferentes drogas tienen efectos específicos, la gran mayoría produce una liberación de dopamina en algunos núcleos particulares del cerebro: el área ventral tegmental y el núcleo acumbens, por mecanismos directos e indirectos. Inicialmente, esta estimulación se percibe como placentera pero cuando es excesiva y repetida se desarrolla una regulación a la baja de larga duración (meses) de los receptores a dopamina del subtipo D2. Esto se traduce en una disminución de la transmisión dopaminérgica en estas áreas del cerebro. Si en estas condiciones se suspende el consumo de la droga, los estímulos naturales (bebida, comida, actividad sexual) ya no producen una acción significativa del sistema mesolímbico dopaminérgico, lo cual se manifiesta en un estado de anhedonia o falta de interés generalizado, característico de los adictos.

* Publicación original: Cruz, Silvia y López, Carolina, "Fármacos que producen dependencia y adicción", en *Avance y Perspectiva*, vol. 22, octubre-diciembre, 2003, p. 211-217.

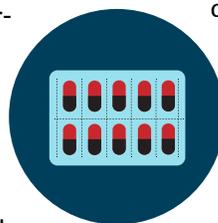
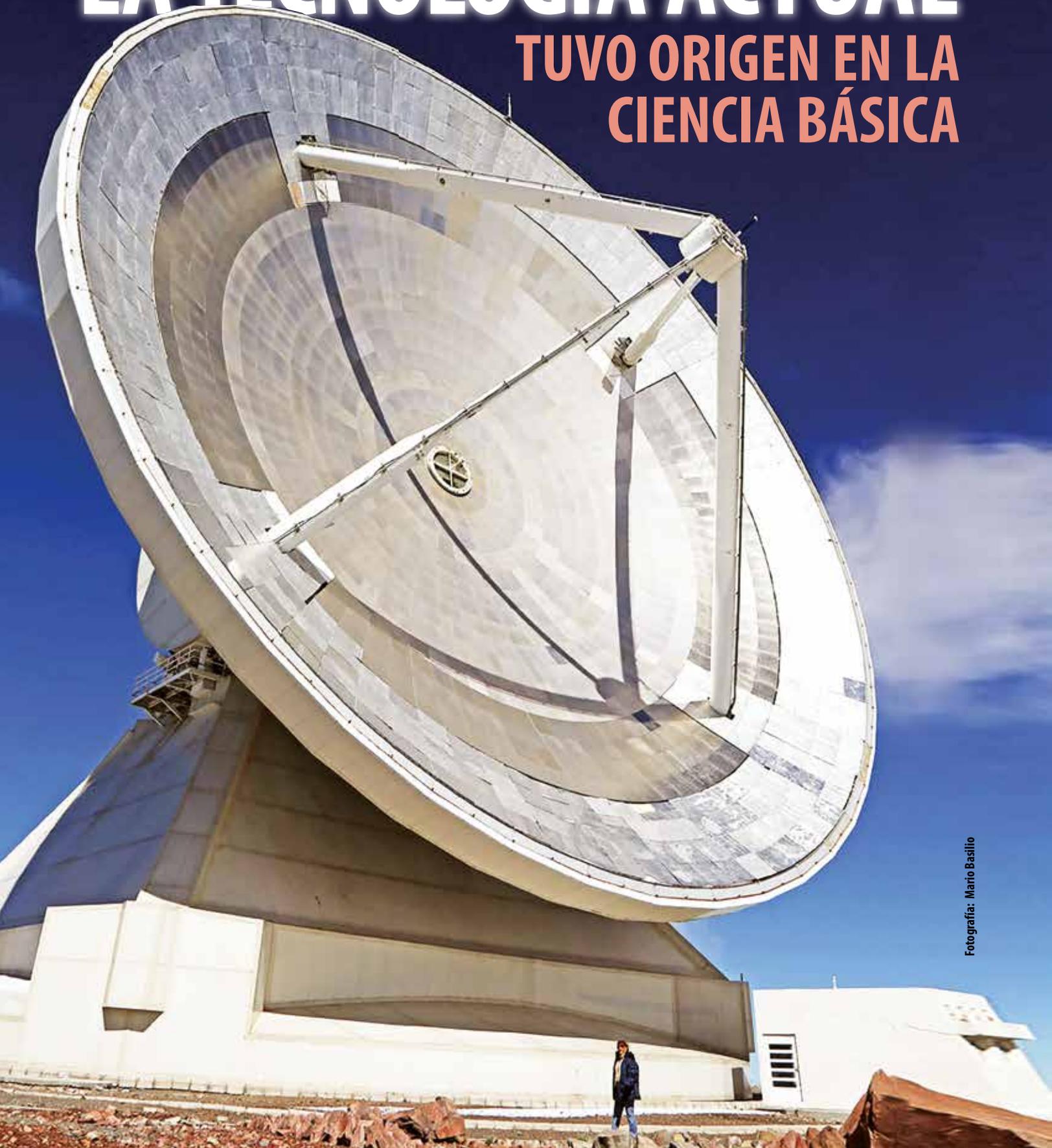


Tabla 1. Efectos de algunas sustancias de abuso

SUSTANCIA	EFFECTOS AGUDOS	EFFECTOS A LARGO PLAZO
Cannabinoides Hashish marihuana	Euforia, disminución del tiempo de reacción, confusión, pérdida de coordinación locomotora	Tos, infecciones respiratorias frecuentes, pérdida de memoria, ansiedad, tolerancia y adicción.
Estimulantes Anfetaminas Cocaína MDMA o éxtasis Metanfetaminas Nicotina	Aumento de frecuencia cardíaca, de presión arterial y del metabolismo. Incremento del estado de alerta y de la energía, sensaciones exhilarantes. Se presentan, además: <ul style="list-style-type: none"> • Para anfetaminas: aumento de la frecuencia respiratoria y alucinaciones. • Para cocaína: aumento de la temperatura. • Para MDMA: efectos alucinógenos, hipertermia, aumento de la empatía y de sensaciones táctiles. • Para metanfetaminas: agresividad, violencia y conducta psicótica. 	Reducción del apetito, pérdida de peso, ritmo cardíaco rápido e irregular que puede llevar a infarto. Además: <ul style="list-style-type: none"> • Para anfetaminas: falta de coordinación, ansiedad, pánico, paranoia, agresividad, tolerancia, adicción y psicosis. • Para cocaína: falla respiratoria, dolor abdominal, infartos cerebrales, convulsiones, dolores de cabeza. • Para MDMA: pérdida de memoria. • Para metanfetaminas: daño cardíaco y neuronal, pérdida de memoria, tolerancia y adicción. • Para nicotina: trastornos respiratorios y cardiovasculares, cáncer, tolerancia y adicción.
Depresores Alcohol Barbitúricos Benzodiazepinas GHB	Disminución de la ansiedad, sensación de bienestar, disminución de las inhibiciones, baja capacidad para concentrarse, sedación y somnolencia.	Confusión, fatiga, deterioro de la coordinación locomotora, de la memoria y el juicio, tolerancia y adicción. Además: <ul style="list-style-type: none"> • Para GHB: convulsiones y pérdida de reflejos.
Alucinógenos LSD Mescalina y Psilocibina	Estados alterados de percepción (se "oyen" colores, se "ve" música). Además: <ul style="list-style-type: none"> • Para LSD y mescalina: aumento de frecuencia cardíaca y presión arterial, pérdida de apetito y debilidad. • Para psilocibina: nerviosismo y paranoia. 	Presentación de desórdenes mentales crónicos y eventos posteriores al consumo en donde se reviven los efectos percibidos durante la intoxicación ("flashbacks").
Opioides Morfina Heroína Codeína	Alivio del dolor, euforia y somnolencia, depresión respiratoria, constipación y pupilas en punta de alfiler.	Tolerancia, dependencia física y adicción. Puede haber muerte por depresión respiratoria.
Anestésicos disociativos Ketamina PCP (polvo de ángel)	Aumento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial con deterioro de la coordinación locomotora. Además: <ul style="list-style-type: none"> • Para Ketamina (a dosis altas): delirio y depresión respiratoria. • Para PCP: pánico, agresión y violencia. 	Pérdida de la memoria. Además: <ul style="list-style-type: none"> • Para PCP: pérdida de apetito y depresión. 

LA TECNOLOGÍA ACTUAL

TUVO ORIGEN EN LA
CIENCIA BÁSICA





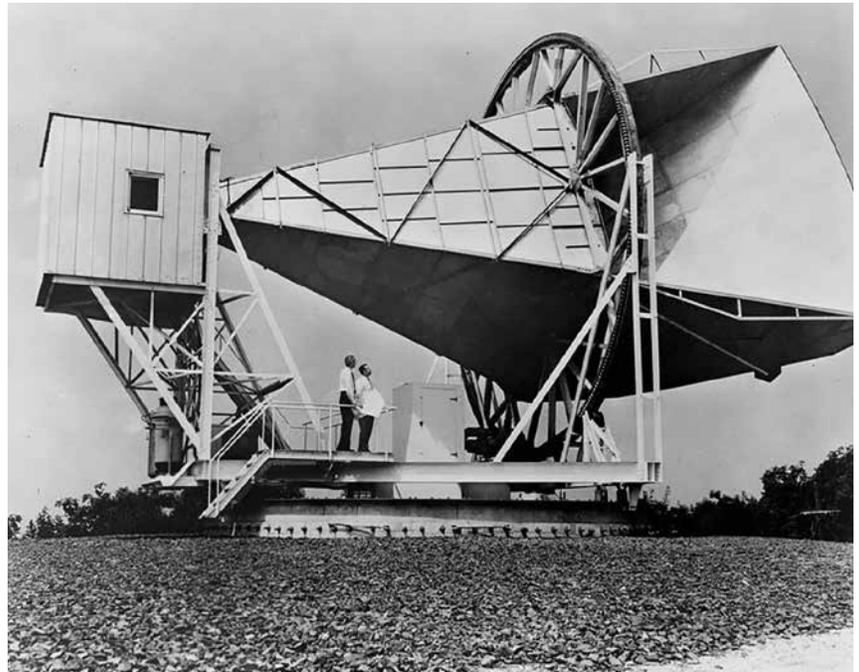
Dr. Alejandro Raúl Hernández Montoya
 Estancia Sabática en el Posgrado
 Transdisciplinario Desarrollo Científico
 y Tecnológico para la Sociedad (DCTS).
 Académico de la Universidad Veracruzana
 alhernandez@uv.mx

SEGUNDA PARTE

Siguendo con nuestra historia sobre la interrelación entre ciencia y tecnología, debemos mencionar que uno de los componentes principales de la televisión, sin el cual esta nunca se hubiera desarrollado, tuvo su origen a finales del siglo XIX; desde entonces impactó profundamente el modo de vida de la gente común de forma nunca soñada por nadie, y fue utilizado por los físicos de los principales laboratorios del mundo para realizar investigaciones del carácter más básico y fundamental posible, esto es, para dilucidar la naturaleza íntima de la materia.

Volvamos un poco en el tiempo, a 1895. En ese año, Wilhelm Roentgen* (físico alemán) aplicó un alto voltaje entre dos terminales dentro de un tubo de vidrio al vacío¹ y trató de entender el brillo verde fosforescente que se observaba en la terminal positiva. No lo logró, pero accidentalmente descubrió que si colocaba una placa metálica entre las terminales, se producía una misteriosa radiación altamente penetrante a la que llamó rayos X. La aplicación de los rayos X a la medicina se siguió inmediata e independientemente de los miles de millones de dólares que ha permitido ahorrar a lo largo de más de 100 años en diagnósticos y tratamientos y, sobre todo, ha beneficiado y salvado la vida de millones de seres humanos.

En 1897 J.J. Thomson* (físico inglés) logró entender lo que fue incomprendible para Roentgen. Mediante una variación del mismo aparato (al que se llamaba y sigue llamando tubo de rayos catódicos), Thomson descubrió que lo que se formaba entre las terminales era un haz de partículas cargadas, esto lo demostró manipulándolo mediante campos magnéticos y eléctricos. Con este experimento de naturaleza básica, el científico inglés observó que el átomo no era indivisible y descubrió uno de sus constituyentes, al que llamó electrón, dando origen a la llamada física atómica.



Fotografía: NASA

El mismo aparato usado por Thomson fue modificado por Karl Ferdinand Braun* (físico alemán) también en 1897 el cual, en esencia, es el mismo aparato usado originalmente en el cineoscopio de las televisiones y monitores de televisión, sólo recientemente sustituidos por las pantallas planas.

La historia de los rayos X apenas empieza aquí. Una vez descubiertos había que entender qué cosa eran. Se realizó entonces mucha investigación sobre el tema, pero gracias a los trabajos llevados a cabo entre 1912 y 1915 por Max von Laue* (físico alemán), William Henry Bragg* y su hijo² William Lawrence Bragg* (físicos ingleses) se logró demostrar que la naturaleza de los rayos X era electromagnética y por lo tanto era necesario determinar su longitud de onda. Los meticulosos estudios realizados por estos científicos cien por ciento de carácter básico, se realizaron difractando a los rayos X mediante cristales. Estos experimentos tuvieron un bono extra. Una vez conocida su longitud de onda, se podían utilizar para estudiar el patrón de difracción producido por estos al atravesar una sustancia cristalina y, analizando este patrón, se podía conocer la disposición espacial de los átomos en el cristal. Había nacido la cristalografía por rayos X.

Continuando con la historia de descubrimientos hechos gracias a los rayos X, mencionaremos que en 1962 James Dewey Watson* (bioquímico)

En 1965 Arno Penzias y Robert Wilson, con el radiotelescopio de los Laboratorios Bell, de Holmdel, Nueva Jersey, detectaron la radiación cósmica de fondo. Página anterior Gran Telescopio Milimétrico



**Hasta 2001
se estimaba que
cerca de la tercera
parte del Producto
Interno Bruto
de Estados Unidos
estaba basado
en la física
cuántica**

co norteamericano)³, Francis Harry Crick* (físico inglés) y Maurice Hugh Wilkins* (físico neozelandés) recibieron el premio Nobel de fisiología y medicina, los dos primeros por su descubrimiento de la estructura de la molécula del ADN (modelo de Watson-Crick), la cual se pudo obtener mediante el análisis de los datos conseguidos en los experimentos de difracción de rayos X por cristales de ADN obtenidos por Wilkins⁴. Con este descubrimiento se dio origen a la biología molecular moderna. El entendimiento de la molécula del ADN y del modo en que se reproduce a sí misma, desembocó directamente en el nacimiento de la genética molecular y una serie de grandes descubrimientos que culminaron con el proyecto genoma, cuyo mayor logro fue descifrar el código genético del ser humano. Esto sucedió en 1999.

La secuencia de descubrimientos en lo que respecta al genoma humano apenas empieza, lo que abre posibilidades todavía insospechadas y esperanzadoras para el género humano, y que alterarán significativamente nuestras vidas en un futuro cercano.

El lector enterado seguramente notó, en los ejemplos expuestos con anterioridad, que no hemos hecho ninguna mención explícita de los descubrimientos científicos surgidos directamente de la mecánica cuántica. Corregiremos esta omisión de aquí en adelante con algunos ejemplos al recordar que el dominio de la física cuántica es de naturaleza tan fundamental que queda muy lejos de la experiencia e intuición de cualquier ser humano.

La revolución cuántica inició en 1900 en Europa con los estudios del físico alemán Max Planck, y culminó en su versión no relativista alrededor de 1927 gracias a los esfuerzos de toda una generación de brillantes físicos europeos (Niels Bohr*, Erwin Schrödinger*, Werner Heisenberg*, Max Born*, Paul Dirac*, entre otros)⁵.

La física cuántica nos llevó a adentrarnos en el entendimiento del átomo (física atómica), del núcleo atómico (física nuclear) y actualmente a escalas todavía más pequeñas (física de partículas elementales). Sólo haré mención de una cifra estadística que nos dará una idea del fabuloso poder de transformación de nuestro mundo y sociedad, que tiene la ciencia pura reflejada en las consecuencias que nos trajo la física cuántica: En Estados Unidos, se estimaba que en el 2001 aproximadamente el 30 por ciento de su Producto Interno Bruto estaba basado en la física cuántica⁶. Sin esta, no existiría la microelectrónica y por lo tanto no tendríamos teléfonos celulares, ni computadoras personales, ni lectores de discos compactos, ni ningún otro de esos aparatos que dependen de chips para funcionar y que hacen nuestra vida más segura y agradable.

Por otro lado, el proceso casi siempre tortuoso de investigación científica básica → innovación tecnológica, también se da en sentido inverso, y así tenemos que las innovaciones tecnológicas también sirven para impulsar a la investigación básica cada vez más lejos, dándonos un proceso que no se ha detenido en occidente desde hace varios siglos y cuyos resultados están a la vista de todos.

A los ejemplos de este proceso de retroalimentación ciencia-tecnología ya mencionados, como el uso de los rayos X para estudiar la estructura de los cristales y moléculas, podemos agregar muchos más. En este espacio sólo añadiremos el uso de las técnicas de detección de las ondas de radio para la observación de estrellas en astronomía, la detección de la radiación de fondo en cosmología, el uso de las computadoras en el estudio de la teoría del caos, y la simulación de procesos que van desde una colisión de un protón contra otro protón hasta la explosión de una supernova o la evolución de una galaxia. De esta forma los procesos de investigación científica básica y/o de innovación tecnológica nos dan una cadena de conocimientos básicos, aplicados y tecnológicos que se retroalimentan mutuamente produciendo avances tecnológicos y científicos adicionales.

Siguiendo los criterios pragmáticos, apoyar económicamente investigaciones básicas del tipo de las que realizaron en su tiempo Roentgen, Thomson, Faraday, Maxwell, Hertz, Planck, Schrödinger, Heisenberg, Dirac, Watson y Crick es un mal negocio, pues no tienen como meta producir tecnología o productos comerciales de cualquier tipo, ni siquiera tratan indirectamente con problemas de aplicación práctica, su meta es entender y satisfacer nuestra curiosidad sobre cómo funciona la naturaleza.

La historia demuestra lo equivocado de las políticas pragmáticas de financiamiento de la ciencia. Cierro la sección con esta supuesta anécdota: Se cuenta que William Gladstone, ministro de Hacienda inglés, visitó el laboratorio de Faraday en Cambridge, y una vez escuchada la explicación sobre las investigaciones acerca de electricidad y magnetismo realizadas allí, le preguntó:

Señor Faraday, -¿Pero para qué sirve todo esto?- A lo que Faraday contestó -Excelencia ¿Para qué sirve un recién nacido? Todavía no estoy seguro para qué sirve todo esto, de lo que sí estoy seguro, es que en el futuro ustedes cobrarán impuestos gracias a estos descubrimientos-.

Consideraciones sobre el valor cultural y humanístico de la ciencia.

Sería una pena no aprovechar la ocasión para mencionar el otro modo en el que la investigación científica ha contribuido a mejorar la calidad de vida de todos nosotros y que es, quizá, más valioso que el aspecto del poder tecnológico que nos ha traído. Este aspecto es consecuencia directa de la forma en que la ciencia ha

influido en nuestra manera de pensar y ver la realidad. Enumeraré algunas de sus consecuencias:

Gracias al pensamiento científico, en occidente hemos dejado de vivir en un mundo gobernado por brujos, espíritus y demonios siempre acechantes, frutos de nuestras mentes supersticiosas y que tanto sufrimiento causaron durante alguna parte de la historia de la humanidad (la Inquisición condenó a gente a la hoguera todavía a finales del siglo XVIII. En 1816 la iglesia católica abolió la tortura inquisitorial⁷).

En nuestros días, si no llueve, ya no ofrecemos sacrificios para atraer la benevolencia de los dioses; si cae una tormenta entendemos la naturaleza de los rayos y por lo tanto sabemos cómo usar el pararrayos para protegernos a nosotros y a nuestras familias. Si nos enfermamos, no responsabilizamos a los demonios de nuestra enfermedad, tenemos conocimiento de la peligrosidad de los microbios y de los alcances de la medicina.

Gracias al pensamiento científico nuestras sociedades son ahora más abiertas y democráticas. En nuestros días, si alguien no profesa la misma fe que nosotros, ya no lo acusamos de herejía ni lo torturamos.

Todo lo anterior es tan obvio que parece ocioso mencionarlo, pero este es el punto que quiero subrayar. En las sociedades occidentales damos todo esto por hecho y despreciamos la importancia de estos avances culturales, hijos del



La tecnología de rayos X es el resultado de contribuciones entre la ciencia básica y aplicada



pensamiento científico y que muy bien pudieron no haberse dado, como ha sucedido en algunas sociedades donde aún se vive bajo un régimen del tipo medieval, sin separación entre iglesia y Estado, y en los que no existe la misma tolerancia hacia otras religiones.

Por ejemplo, la demolición a cañonazos de las estatuas monumentales de los budas de Bamiyán, Patrimonio de la Humanidad, en Afganistán, que fueron derribadas por los talibanes por razones religiosas; la destrucción por ISIS de la ciudad de Palmira en Siria, o los numerosos atentados terroristas llevados a cabo en nombre de la religión en diversas partes del mundo.

Gracias al avance científico entendemos cuál es el lugar del hombre en el cosmos, gracias a la teoría de la evolución de Darwin tenemos idea de cómo surgió nuestra especie.

Por la Cosmología desciframos la antigüedad de nuestro universo, sistema solar y planeta. Sabemos que nos podemos autodestruir de muchísimas maneras y sólo la ciencia nos puede dar las herramientas para evitarlo.

El grado de civilización alcanzado por un pueblo puede, sin exageración, ser estimado por el grado de desarrollo alcanzado en el cultivo de la ciencia básica y, por ende, del pensamiento científico y desarrollo tecnológico.

La historia ha demostrado que en todos los sentidos es una decisión inteligente invertir en ciencia básica, ya que tarde o temprano se obtendrán beneficios sociales y económicos. Es por eso que México no puede darse el lujo de ignorar estas evidencias.

Reconocimientos.

El autor agradece el ambiente de trabajo en el DCTS del Cinvestav durante su año sabático, en especial al Dr. Miguel Ángel Pérez Angón. También el apoyo de los proyectos del Conacyt 155492 y 246370. [↻](#)

Referencias y comentarios

1. Este dispositivo fue el juguete preferido de los físicos muchos años antes del descubrimiento de Roentgen; su origen puede rastrearse a 1855 con los trabajos de construcción de bombas de vacío del alemán Heinrich Geissler. En 1875 el inglés William Crookes perfeccionó el dispositivo usado por Roentgen en su descubrimiento y que entonces se llamaba tubo de Crookes.
2. Aunque el premio Nobel se le otorgó a Marie Curie dos veces, una en 1903 (física) y la segunda en 1911 (química) y a su hija Irene Joliot Curie junto con su esposo Frédéric Joliot en química en 1935, el caso de los Bragg es el único caso que se ha dado en la historia del premio Nobel que ha sido compartido por padre e hijo como consecuencia de sus aportaciones comunes. Los Bragg compartieron el Nobel en 1915.
3. Una muy divertida narración de la historia del descubrimiento de la doble hélice puede encontrarse en el libro escrito por el propio Watson: *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*. James D. Watson. New American Library.
4. Aunque sería justo mencionar que Watson y Crick se sirvieron también de los trabajos de otros científicos, entre los más conocidos podemos mencionar al químico austriaco Erwin Chargaff y la fisicoquímica inglesa Rosalind Franklin (1920-1958).
5. Existe una amplia bibliografía de divulgación sobre el tema. Entre nuestros libros favoritos podemos mencionar: *In Search of Schrödinger's Cat: Quantum Physics and Reality* John Gribbin. Bantam Doubleday Dell Pub. De la cual existía una versión en español editada por Salvat. Del mismo autor, recomiendo leer: *Schrödinger's Kittens and the Search for Reality: Solving the Quantum Mysteries* Little Brown & Co También: *Thirty years that shook physics. The story of quantum theory*. George Gamow. Ed. Dover.
6. Max Tegmark and John Archivald Wheeler. 100 years of Quantum mysteries. *Scientific American*, February 2001. pg 55.
7. Carl Sagan. *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Planeta. 1997

* Estos personajes ganaron el Nobel

Lea la primera parte en <http://bit.ly/1os8dh4>

Fotografía: Miguel Ángel Olvera

PEPINO DE MAR

UN TESORO BAJO LA SUPERFICIE



Guillermo Cárdenas Guzmán
Subdirección de Intercambio
Académico
gcardenas@cinvestav.mx

Aunque en México no se consume, el pepino de mar —llamado así por su forma alargada y tamaño, que puede superar los 50 centímetros de longitud— es un organismo amenazado por la sobreexplotación, debido a que es sumamente cotizado como lujo culinario en los mercados de Asia, donde su costo por kilogramo alcanza los 2 mil dólares.

La sobrepesca de varias especies de pepino es un problema global pero, en particular, la denominada *Isoichopus badionotus* ha sido sujeta de intensa explotación en los mares que rodean a la península de Yucatán, las islas del Caribe y la costa atlántica

de los países centroamericanos. Esto la ha puesto en situación de riesgo, motivo por el cual se han establecido medidas para protegerla.

El gobierno mexicano, a través de un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación en 2011, estableció un periodo de veda total para la captura de esta y otras especies de pepino de mar protegidas, considerando una o dos semanas de pesca durante el mes de abril dependiendo de la disponibilidad y abundancia del recurso.

Para ello, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) ha establecido en zonas productoras de Yucatán cuotas máximas de captura; sin embargo, el alto precio del pepino de mar y su creciente demanda son poderosos estímulos para no respetar esta normatividad, además de que en ocasiones los pescadores que lo hacen carecen del equipo indispensable para su trabajo, ya que esta pesca de tipo ribereño (artesanal) se realiza mediante buceo a profundidades de hasta 25 metros sin medidas de protección adecuada.

Esta situación representa un gran riesgo para la salud e incluso la vida de los pescadores —cada temporada de pesca desafortunadamente mueren varios—, ya que sin equipo y capacitación adecuados para buceo pueden sufrir el síndrome de descompresión, que es una embolia producida por la formación de burbujas de gases en la sangre debido al buceo prolongado y la subida brusca del pescador a la superficie, sin considerar reglas básicas de seguridad.

Como alternativa para promover una pesquería del *I. badionotus* que sea sostenible, no riesgosa para la salud y económicamente viable, científicos del Departamento de Recursos del Mar del Cinvestav Unidad Mérida trabajan en el desarrollo tecnológico para su cultivo en granjas.

El grupo de expertos, encabezado por Miguel Ángel Olvera Novoa, evalúa la reproducción y desarrollo en cautiverio de esta especie, que naturalmente habita zonas de algas y arrecifes coralinos. La misma se realiza desde la fase larvaria hasta que los ejemplares maduran (juveniles) en tanques especiales con condiciones controladas de temperatura y salinidad.

“Desde 2010 logramos la reproducción de esta especie en cautiverio, lo cual fue una primicia, pues no se había hecho en México con fines de cultivo”, comenta el investigador en entrevista. El proceso se alcanzó en tanques de fibra de vidrio de 700 litros

de capacidad, localizados en la estación marina de Telchac, perteneciente al Cinvestav, en Yucatán.

Los tanques contienen agua marina filtrada y conservada a una temperatura de 25 grados Celsius, con una proporción de salinidad de 34 gramos por litro y un nivel de acidez bajo, con potencial de hidrógeno de ocho, es decir, aproximadamente el mismo que se registra en los océanos.

Al igual que el agua de “cultivo”, los ejemplares con los que se inició el ciclo reproductivo en forma artificial se obtuvieron del mar, a una profundidad que ronda los 24 metros (la especie cultivada puede habitar hasta los 65 metros bajo la superficie).

Ese sistema de cultivo se complementa con otro que consta de 12 tanques con capacidad de 250 litros, también con condiciones de temperatura y salinidad controladas para facilitar el desarrollo del organismo en su fase larvaria. Olvera Novoa refiere que durante el experimento, los pepinos reciben una alimentación diferente, según su desarrollo o condición. La alimentación para los reproductores ha incluido desde alimento balanceado para tilapia o conejos, hasta mezclas de algas pulverizadas. Los expertos del Cinvestav Unidad Mérida observaron cinco etapas definidas del desarrollo del ciclo larvario, que duró aproximadamente 25 días antes de que los ejemplares logran asentarse, esto es, alcanzar la etapa de juveniles.



**Es sumamente
cotizado
como lujo
culinario en
los mercados
de Asia, donde
su costo por
kilogramo
alcanza los 2
mil dólares.**

“Como esto no se había hecho antes —añade Olvera— el problema principal que enfrentamos fue, primero, que los organismos se mantuvieran vivos en los sistemas de confinamiento y, una vez que se logró esto, que se reprodujeran en cautiverio”. Con los datos arrojados por el experimento, los científicos demostraron que en condiciones controladas, el comportamiento reproductivo del pepino en cautiverio fue similar al que tiene en su entorno natural.

Ahora, el equipo de expertos del Cinvestav Unidad Mérida continúa la investigación para definir qué tipo de sustrato es necesario a fin de que el pepino se asiente plenamente en su etapa juvenil, qué tipo de alimentación es la más apropiada y si es mejor mantenerlo en invernaderos o liberarlo directamente al mar para que prosiga su ciclo de vida.

Posteriormente, los científicos buscarán escalar el cultivo a un nivel masivo, que contribuya a satisfacer la alta demanda. De acuerdo con la Sagarpa, durante 2012, en las aguas del Golfo de México y el Caribe se obtuvieron mil 283 toneladas de este producto. De ese total, 862 fueron obtenidas en Yucatán, 405 en Campeche y 16 en Veracruz. En 2013, la producción fue de 2 mil 649 toneladas únicamente en Yucatán.

“

Estamos trabajando en la parte de tecnología, optimizando los sistemas para masificar la producción de juveniles; una vez que tengamos dominado esto, podremos pasar a los sistemas de producción en engorda”

Miguel Ángel Olvera

“Estamos trabajando en la parte de tecnología, optimizando los sistemas para masificar la producción de juveniles; una vez que tengamos dominado esto, podremos pasar a los sistemas de producción en engorda”, anticipa Miguel Ángel Olvera, quien considera que esto ayudará también a los sectores sociales más vulnerables que explotan este valioso recurso en varios países de Latinoamérica, de los cuales existen manifestaciones de interés para asimilar la tecnología desarrollada por los científicos del Cinvestav. 

Las altas cotizaciones que alcanza el pepino de mar en el mercado asiático hacen que su reproducción en granjas especializadas lo convierta en una opción para su aprovechamiento comercial

PROTEGEN SALUD DE PESCADORES

Los pescadores que trabajan en diferentes modalidades de la pesca son partícipes de una de las actividades de mayor riesgo laboral (Huchim et al. 2012; Salas et al. 2012), tan es así, que cada año se reportan más muertes y accidentes que en cualquier otra ocupación. La prensa local en la península de Yucatán ha reportado con mayor frecuencia extravío de pescadores y pérdidas humanas ante accidentes asociados a la pesca, en especial al buceo.

Una de las pesquerías de mayor valor comercial en los estados de Yucatán y Quintana Roo es la langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*). Para su captura se emplean diferentes técnicas de pesca, por ejemplo: las trampas, buceo autónomo con tanque, buceo apnea y buceo con compresor de aire (*hookah*). También se emplean redes para pescar a las langostas en su migración otoñal. La flota semiindustrial de Yucatán (de capital intensivo con embarcación de 22 metros de eslora, mayor mecanización y tecnología) emplea trampas y buceo, además operan en zonas profundas al norte del estado. La flota artesanal (con embarcaciones de ocho a nueve

metros de eslora, con mayor capital humano y menor capital económico y equipamiento) emplea buceo en diferentes modalidades en Quintana Roo, mientras que en Yucatán sólo se emplea el sistema *hookah*.

En la mayoría de las comunidades pesqueras se emplea el sistema *hookah* para la práctica de buceo, debido al relativo bajo costo, la disponibilidad de las piezas para el ensamblado, y el tiempo que los buzos pueden permanecer bajo el agua; estas condiciones hacen de este arte de pesca “el ideal” para la pesquería de langosta. Con la apertura a la pesca de pepino de mar (Quintal López et al. 2013), especie de alto valor comercial, este sistema se vuelve aún más atractivo para los pescadores. El sistema *hookah* consiste en un motor de combustión (4.5 a 6 caballos de fuerza) que hace trabajar un compresor de aire succionando aire del ambiente y almacenándolo en un tanque de volumen (acero inoxidable o acero galvanizado), de ahí el aire es suministrado al buzo a través de un regulador y una manguera de aproximadamente 100 metros de longitud.



Oswaldo Huchim-Lara
Departamento de Recursos del Mar
Cinvestav Unidad Mérida
oswaldohuchim@gmail.com



Silvia Salas
Departamento de Recursos del Mar
Cinvestav Unidad Mérida
ssalas@mda.cinvestav.mx



Julia Fraga
Departamento de Ecología Humana
Cinvestav Unidad Mérida
jfraga@mda.cinvestav.mx



Walter Chin
Programa Gonda de Medicina Hiperbárica, UCLA
chin.walter@gmail.com

Riesgos asociados al buceo y factores que los aumentan

Entre los riesgos que el buzo-pescador enfrenta en su actividad, se pueden enlistar: encuentros con fauna marina nociva, fallas mecánicas en el sistema *hookah*, la enfermedad por descompresión, el embolismo arterial gaseoso y el barotrauma. Entre las comunidades de pescadores, la enfermedad por descompresión es identificada como la principal causante de lesiones, discapacidades y muertes durante cada temporada de pesca de langosta y de pepino de mar; no obstante, la manufactura (ensamble y materiales) de los sistemas *hookah* también se convierten en un factor de riesgo adicional, como veremos más adelante.

La enfermedad por descompresión (ED) en el buceo se ocasiona cuando el proceso de despresurización no es el adecuado después de estar expuesto a un incremento de presión, durante esta exposición los tejidos del cuerpo absorben nitrógeno del aire respirado, si el ascenso a la superficie con la consiguiente reducción de la presión es rápido, el nitrógeno forma burbujas en los tejidos y en el sistema circulatorio



causando daño y dolor. Los factores de riesgo son la profundidad, la duración del buceo y la velocidad de ascenso, además de los antecedentes patológicos y hábitos de cada individuo (Huchim, 2010). Los síntomas incluyen desde un *rash* cutáneo, dolor de leve a intenso en extremidades, parestesias hasta la muerte. El tratamiento consiste en la administración de oxígeno en un ambiente presurizado para eliminar el exceso de nitrógeno del organismo.

Estudios multidisciplinarios se realizan en los últimos años en comunidades de buzos pescadores de las costas de Yucatán; los laboratorios de Pesquerías en los Departamentos de Recursos del Mar y Antropología Marítima, y en el de Ecología Humana, ambos del Cinvestav Unidad Mérida, en colaboración con el Centro de Medicina Hiperbárica de la Universidad de California en Los Ángeles, trabajan en el desarrollo e implementación de estos proyectos.

Resultados de estos estudios muestran una prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas asociados al incremento del riesgo para la enfermedad por descompresión, tales como el sobrepeso y obesidad, diabetes *mellitus* tipo 2, hipertensión arterial y dislipidemia, es decir alteraciones en niveles de grasas en la sangre.

Estudios realizados en campo con buzos a los que se les han incorporado computadoras de buceo para dar seguimiento a sus actividades cotidianas durante una temporada de pesca, han permitido elaborar ciertos perfiles de buceo de los que se puede deducir que en gran número de casos se exceden los límites permitidos para un buceo seguro de acuerdo a las recomendaciones establecidas por la Agencia Naval de los Estados Unidos (los más usados en buceo recreativo). El tiempo excesivo de permanencia bajo el agua, la profundidad máxima alcanzada y la velocidad a la que ascienden a la superficie son factores que contribuyen a esta condición.

Se observó que dicho comportamiento de los buzos obedece a las estrategias de pesca empleadas, las cuales cambian con respecto a la especie objetivo a capturar. Por ejemplo, cuando los pescadores bucean para capturar langosta realizan descensos y ascensos repetidas veces, mejor conocido como patrón de yo-yo (se registraron hasta 23 inmersiones por día en un solo pescador y un tiempo de inmersión de alrededor de 60 minutos) y cuando van en busca de pulpo o pepino de mar, los tiempos de inmersión son más prolongados (hasta de 154 minutos) ya que emplean una técnica donde la embarcación se desplaza en diferentes direcciones en busca

Buzos pescando langosta en Yucatán con el sistema *hookah*



Fotografías: Oswaldo Huchim

se decidió realizar un prototipo de modificaciones sencillas y de bajo costo para mejorar la calidad del aire de los compresores, dicho prototipo fue implementado en algunos sistemas *hookah* de pescadores de la costa oriente de Yucatán. La modificación consistió en una adaptación de un tubo elevado que permitiera llevar la succión del aire ambiente a una mayor altura y evitar la introducción de gases producto de la combustión del motor del compresor en el proceso de inhalación del buzo.

Con la instalación de este sistema en siete embarcaciones se obtuvo una disminución entre el 50 y el 80 por ciento en los niveles de CO, mediante la medición de gases previamente a la intervención y posterior a ella. Este proceso de intervención fue una prueba para mostrar las ventajas de una intervención sencilla de bajo costo a los pescadores. Un escalamiento de este proceso a nivel de todas las embarcaciones que emplean el sistema *hookah* requiere primero aceptación por parte de los usuarios y después apoyo de las autoridades a fin de que se mejoren las condiciones laborales de los buzos en beneficio de su salud. Dado el tamaño de la flota de pequeña escala que emplea el sistema no nos fue posible realizar la intervención para todos los pescadores. La aceptación de varios de ellos a este proceso de adaptación es un primer paso, muchas veces uno de los más difíciles, pues los pescadores han trabajado por décadas con el mismo sistema, que difícilmente ven la necesidad de cambio.

del recurso, arrastrando al buzo bajo el agua. En el caso de la velocidad de ascenso, esta fue mayor cuando el buzo subía a la superficie a fin de cambiar de gancho para la extracción de langosta o pescado de las cuevas, obtener un nuevo arpón o por falta de suministro de aire como consecuencia de una falla mecánica.

Adaptaciones al sistema *hookah*

Otro problema de salud asociado a la pesca con buceo mediante el sistema *hookah* es el problema de intoxicación por gases. Se determinó mediante la medición de gases provenientes del tanque de almacenamiento del sistema *hookah*, que los buzos respiran un aire con niveles elevados de monóxido de carbono (CO), es decir en rangos de 14-150 partes por millón (ppm) debido a la estructura de ensamblado del sistema, cuando los niveles aceptables deberían ser de un máximo de 10ppm.

Los resultados de las mediciones de CO llevaron a pensar en la posibilidad de que muchos casos tratados como enfermedad por descompresión podrían ser en realidad casos de envenenamiento por CO, dado que los síntomas agudos de ambas enfermedades son muy similares, además de que el tratamiento es el mismo. Ante la evidencia de una afectación a la salud de los pescadores,

Perspectivas de los buzos-pescadores y su contexto

Dado el riesgo encontrado por la técnica de buceo empleada y el peligro que involucra el sistema *hookah*, surge la pregunta ¿por qué los pescadores operan de ese modo? La respuesta inmediata del pescador es porque la pesca es el único medio por el cual pueden llevar ingresos y alimento a sus hogares. Sin embargo, el buceo en estas comunidades es también un factor de identidad cultural, no se considera por igual a un pescador que emplea redes o palangre que a un buzo pescador de langosta (Salas et al. 2011).

De igual forma, la incorporación de la tecnología en la pesca de langosta (motores fuera de borda, sistema de posicionamiento satelital, compresores de aire) no sólo han sido una adopción de tecnología sino que a través de los años han pasado a formar parte de la identidad del pescador, sustraer o prohibir el método de pesca empleado sería simplemente muy difícil, pues se podría considerar como



Fotografías: Oswaldo Huchim

atentar contra los usos y costumbres de los pescadores. En este sentido se resalta la pertinencia y el potencial que pueden tener intervenciones educativas para mejorar el método de pesca, además de generar conocimientos y conciencia sobre los riesgos implícitos con el uso del buceo y buscar formas de practicarlo reduciendo estos riesgos. En el caso de estudio llevado a cabo en campo, la presentación de los resultados sobre riesgos de descompresión y de los niveles de CO a los pescadores representó una vía encaminada a que permitieran adaptaciones a sus sistemas de buceo.

La escasez de los recursos marinos ante eventos ecológicos (marea roja) o la imposibilidad para salir a pescar debido al estado del tiempo (nortes, ciclones) hacen a la actividad del buceo altamente variable. Sin embargo la demanda del mercado por productos de alto valor comercial (langosta y pepino de mar) hacen que el pescador tome ciertos riesgos, que sin el incentivo económico probablemente no tomaría.

Por otro lado, la poca disponibilidad de los recursos en aguas someras, y las regulaciones que limitan la captura de organismos juveniles, normalmente más cercanos a la costa que los adultos, orillan al pescador ir más lejos, por mas tiempo y a mayor profundidad, factores que contribuyen al complejo contexto asociado a la pesca con buceo.

Reflexiones finales

La pesca de langosta y otras especies de alto valor comercial por buceo se ha llevado a cabo por décadas en el Caribe y el Pacífico, pero

problemas asociados al método de esta actividad han sido difundidos en diferentes medios formales e informales. El valor de estas especies seguirá representando un incentivo para que los pescadores que ya emplean estos métodos se mantengan o nuevos usuarios ingresen con las expectativas de mejoras en su calidad de vida, y como un reto ante una actividad que les resulta también estimulante. Un pescador de Río Lagartos refiere a su actividad en el mar como transportarse a otro mundo, un mundo fantástico submarino en que ellos han aprendido a vivir y convivir.

Las pesquerías y la salud de los miembros de las comunidades pesqueras son temas muy complejos que demandan esfuerzos conjuntos de especialistas de varias disciplinas para mantener y ampliar las investigaciones, de administradores pesqueros con el objetivo de buscar alternativas y mejoras en las pesquerías y en la vida de aquellos que dependen de la actividad, en la participación y apertura de los mismos pescadores a explorar formas de mejoras orientadas a su propio beneficio.

El equipo de trabajo del Cinvestav, en coordinación con el grupo de trabajo del Centro Gonda de Medicina Hiperbárica de la Universidad de California en Los Angeles, sigue en la búsqueda de un entendimiento de los problemas complejos asociados a la pesca con buceo, abordando desde una perspectiva multidisciplinaria los estudios, con el fin de obtener un análisis integral de la problemática.

Del mismo modo, se aportan posibles vías para mitigar los riesgos en las comunidades de pescadores y un aprovechamiento sustentable de los recursos marinos. 

Referencias

- Huchim O. *Enfermedad por descompresión en pescadores de langosta de la costa oriente de Yucatán*. Master Thesis. Cinvestav-Mérida. 2010. Yucatán, México. 79p
- Huchim-Lara R. O., J. E. Fraga-Berdugo, S. Salas. 2012. *Aspectos de Salud y Socio-culturales Asociados a la Enfermedad por Descompresión en la Pesquería de Langosta de la Costa Oriente de Yucatán*. Proceedings 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Puerto Morelos, Q. Roo, México. Noviembre, 2011. Pp.142-146.
- Salas S, J. Euan-Ávila, E. Coronado, L. Palomo-Cortés, L. A. Muñoz. 2012. *Análisis sobre Riesgos y Accidentes en Pesquerías Artesanales en el Sureste de México*. Proceedings 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Puerto Morelos, Q. Roo, México. Noviembre, 2011. Pp.294-301. ISSN: 2152-9140
- Salas S., M. Bjørkan, F. Bobadilla, M. A. Cabrera. 2011. *Addressing Vulnerability: Coping Strategies of Fishing Communities in Yucatan, Mexico*. Pp 195-220. In Svein Jentoft and Arne Eide (eds.), *Poverty Mosaics: Realities and Prospects in Small-Scale Fisheries*, Springer Science+Business
- Quintal-López R., L. C. Burgos-Suarez, J., J. Lagunés- Vega. 2013. "El pepino de mar en Yucatán: Una pesca alternativa en desarrollo". *Bioagrociencias*. 6(2): 39-47

Proceso de adaptación de los compresores



LA CONJETURA DE KEPLER



**Lilian Edith Domínguez
Montero**

Doctorante del Posgrado
Transdisciplinario
Desarrollo Científico y Tecnológico
para la Sociedad (DCTS)
lilian.d.montero@gmail.com

Sir Walter Raleigh (1554-1618) fue un marino, pirata, escritor y político inglés. Concibió el proyecto de colonizar América del Norte y el 9 de abril de 1585 parte del puerto inglés de Plymouth en el navío “El tigre”, en una expedición financiada por la reina Isabel I, fundando Virginia, la primera colonia. En la expedición viajaba Thomas Harriot (1560-1621) asistente de Sir Raleigh, matemático que trazó el primer mapa de dicha colonia y que sería conocido por ser el primero en utilizar los símbolos “mayor que”, $>$, y “menor que”, $<$, y descubrir la ley de los senos sobre la refracción de la luz.

Sir Raleigh se dirigió a Harriot para preguntarle si conocía algún método sencillo capaz de resolver un problema típico que se les presentaba en aquellos tiempos a los marinos de guerra. ¿Cuántas balas de cañón pueden apilarse en la cubierta de un barco utilizando el menor espacio posible? Harriot, incapaz de encontrar una respuesta matemática le escribió a Johannes Kepler (1571-1630), con quien mantenía correspondencia acerca de óptica.

Nace la conjetura

La principal problemática que tuvo Kepler ante el dilema planteado era que entre las esferas quedaban huecos. La primera opción era colocar una capa de esferas tan juntas como fuera posible y encima colocar otra capa idéntica, esta forma de distribución se conoce hoy en día como red cúbica simple. Posteriormente mejoró esta disposición partiendo de la misma capa inicial pero la siguiente capa era colocada en los huecos que formaban las cuatro esferas debajo, esta disposición recibe el nombre de red cúbica centrada.

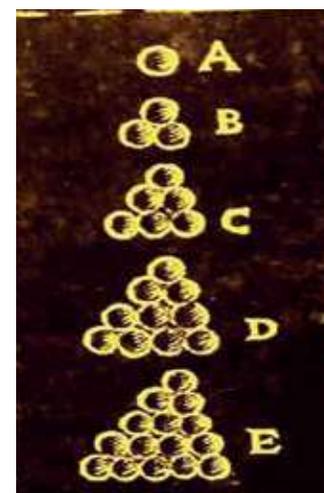
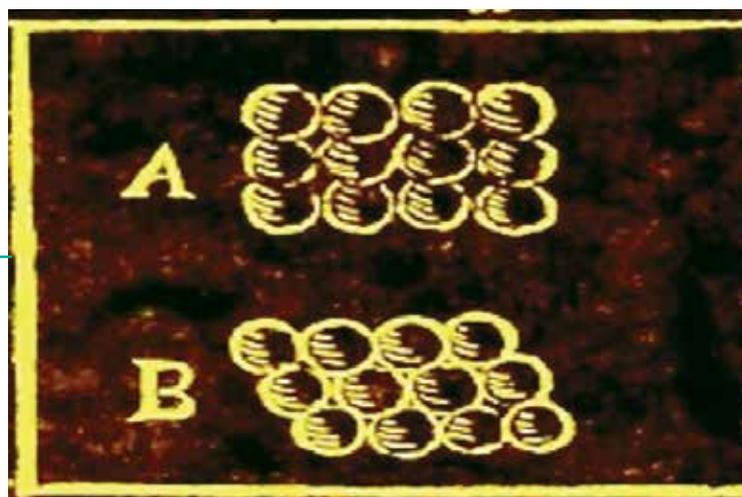
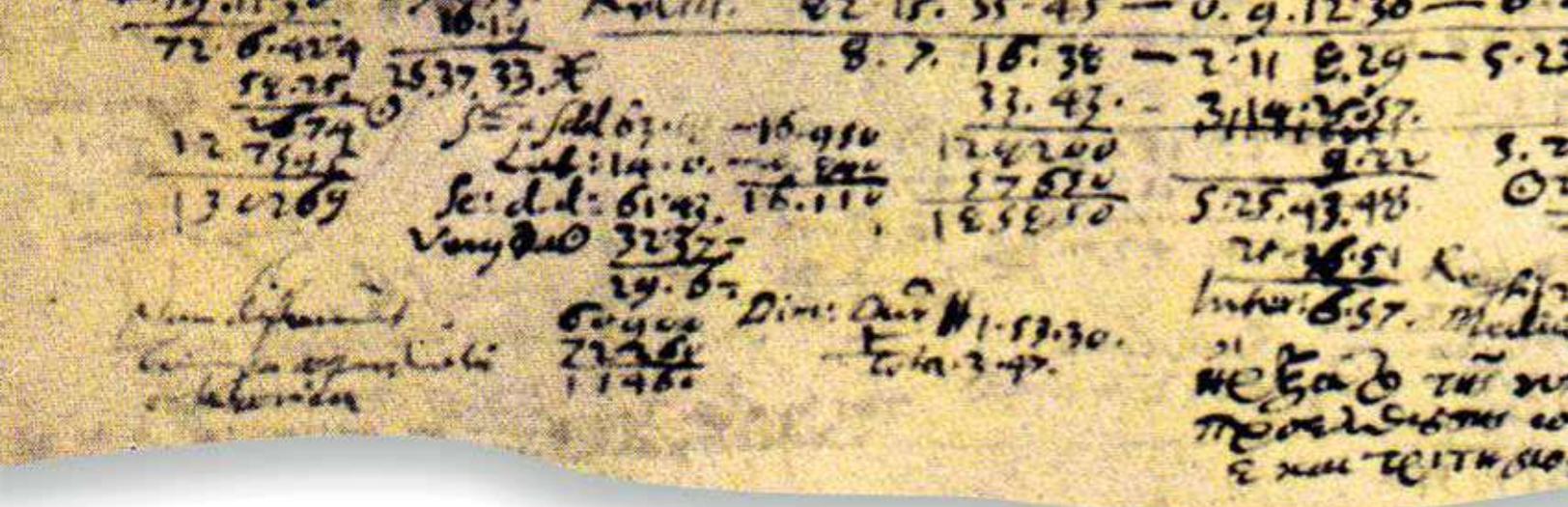
En 1611, le contestó a Harriot, pero no en forma matemática, sino afirmando que “al igual que los fruteros colocan sus frutas (aludiendo al ejemplo específico del acomodo de las naranjas), la sabiduría centenaria indicaba que el sistema más adecuado era el del apilamiento en forma de pirámide” surgiendo lo que se conoce hoy como la conjetura de Kepler.

Las aportaciones de Carl F. Gauss y David Hilbert

A principios del siglo XIX el matemático Carl Friedrich Gauss (1777-1855), quien había sido capaz de dar



TERRA INCOGNITA



una explicación adecuada al concepto de número complejo, consideró para la conjetura de Kepler empaquetamientos reticulares, aquellos en los que las esferas forman un retículo (conjunto parcialmente ordenado). En 1831 demostró que estos son de mayor densidad en el plano y en el espacio respectivamente, pero la mayoría de los empaquetamientos no son reticulares.

En agosto de 1900, el matemático alemán David Hilbert, en el II Congreso Internacional de Matemáticas dio un discurso donde señaló los 10 problemas más interesantes y futuros de las matemáticas, pero al concluir el congreso fueron señalados 23. La conjetura entró como el problema número 18 que lleva por título "Construcción del espacio de los poliedros congruentes".

Resolución definitiva

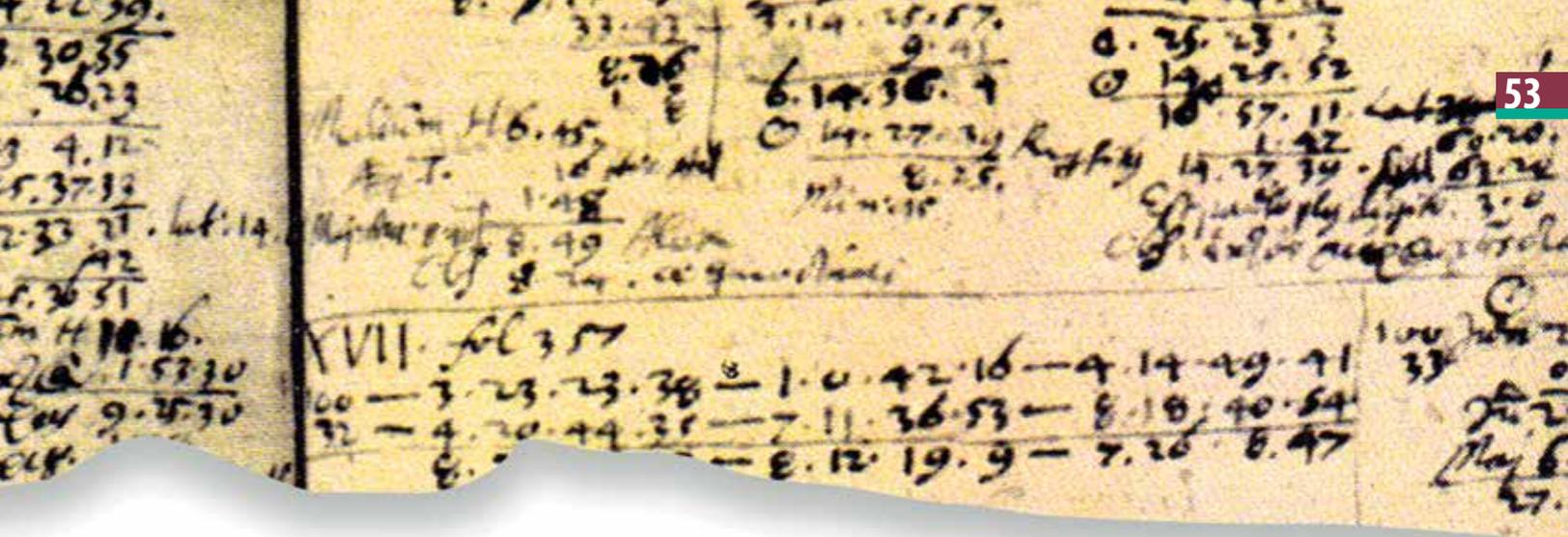
El matemático húngaro László Fejes Tóth dio, en 1953, un paso gigantesco al reducir el problema a una serie finita de cálculos para un determinado volumen de casos específicos. Planteaba la división del espacio en celdas de Voronoi;

calculaba varios promedios del volumen de las celdas y si uno de los promedios era mayor que el volumen del dodecaedro rómbico, entonces la conjetura quedaba comprobada. El dodecaedro rómbico es un poliedro que, al igual que el cubo, sólo puede rellenarse con la misma figura.

Sin embargo, László Tóth se dio cuenta que aunque había reducido la conjetura a un número finito de variables, no podía demostrarla, siendo el primero en sugerir que las computadoras podrían ayudar a la resolución del problema.

En 1998, el científico estadounidense Thomas Hales, de la Universidad de Pittsburgh, ayudado por su alumno de doctorado Samuel Ferguson, trajo las ideas planteadas por Tóth y formularon una ecuación de 150 variables que describía los 5 mil posibles agrupamientos de esferas concebibles, solucionando cada caso por sistemas de programación lineal, lo que significó el uso de sofisticadas técnicas informáticas con la resolución individualizada de más de 100 mil problemas de programación lineal en los que cada uno incluía entre 100 y 200 variables, y de

Ilustraciones tomadas de la copia de la edición original del folleto de Kepler donde propone la conjetura



mil a 2 mil restricciones. Esto le llevó 10 años de investigación y la demostración del problema está plasmada en 250 páginas y tres gigabytes de datos y códigos.

Tras cinco años de revisión de la demostración hecha por 12 científicos de reconocido prestigio, los especialistas indicaron que, aunque un 99 por ciento de la investigación de su demostración matemática era correcta, el porcentaje restante era imposible de verificar. En noviembre de 2005, la parte teórica de la conjetura se publicó en la revista *Annals of Mathematics*, mientras que el programa informático apareció en una revista especializada en computación: *Discrete and Computational Geometry*.

Actualmente la ayuda de la computadora y los programas informáticos han facilitado la demostración de varios problemas matemáticos como el teorema de los cuatro colores y la demostración de Hale, ya que los cálculos imposibles de ejecutar detalle a detalle a mano se realizan en un menor tiempo.

A pesar de ello, la comunidad matemática se encuentra dividida entre los que aceptan las pruebas y quienes las rechazan, ya que se prefieren las demostraciones que teóricamente puedan ser comprobadas por los interesados, es por ello que la demostración de la conjetura de Hales no es totalmente aceptada.

Así, en enero de 2003 Hales anunció el inicio de un proyecto de colaboración para producir una demostración formal completa de la conjetura de Kepler. El objetivo es eliminar cualquier duda restante sobre la validez del problema mediante la creación de una prueba formal que puede ser verificada por el software. Este proyecto se llama *flyspeck* y Hales estima que la producción de una prueba formal completa tomará alrededor de 20 años de trabajo. ☺



Fotografía: Universidad de Michigan

Referencias

La conjetura de Kepler, disponible en <http://laaventuradelaciencia.blogspot.mx/2012/05/la-conjetura-de-kepler.html>, consultado el 1 de mayo 2013

Kepler's Conjecture, disponible en <http://www.math.sunysb.edu/~tony/whatsnew/column/pennies-1200/cass1.html>, consultado el 1 de mayo 2013

Cannonballs and Honeycomb: Gauss, disponible en <http://www.math.pitt.edu/articles/gauss.html>, consultado el 1 de mayo 2013

La conjetura de Kepler, un problema de optimización del siglo XVII con aplicaciones en el siglo XXI, disponible en <http://www.educa2.madrid.org/web/educamadrid/principal/files/34b0304e-7fce-4b92-875e-b0c7711e9926/RECURSOS/CURSOS/CIENCIAS/MATEMATICA/ANALISIS/0.3.pdf?t=1352402550541>, consultado el 1 de mayo de 2013

Thomas Hales demostró la conjetura de Kepler en 1998



Comentarios del lector

Comentario al artículo de “Artemisinina e Ivermectina” publicado en el volumen 1 No. 2

Hola, viendo el número 2 de la revista. En el artículo de mi amigo Fidel de la Cruz hablan del paludismo, pero le dice malaria. Esto es anglicismo. Claro que malaria suena a español y es tan popular que a los comentaristas de (TV) Azteca les fascina.

Saludos
Carlos Hoyo

ACLARACIÓN

Malaria no es anglicismo. El doctor Manuel Elkin Patarroyo, destacado investigador en el tema, dijo hace algunos años que la malaria o paludismo es la misma cosa. Ambos nombres vienen del latín. Los romanos llamaron a esta enfermedad «mal aire» (mala aria), porque pensaban que era consecuencia del mal olor de los pantanos (*paludis*). De ahí la palabra paludismo. Se habla pues del mal aire de los pantanos, pero acontece que no era así. Había un mosquito que crecía en los pantanos y era el que transmitía la enfermedad. En fin, dicho sea con humor, el doctor Fidel de la Cruz, al aludir a la malaria, no forma parte de una conspiración gringa o de TV Azteca.

José Gordon
Consejo Editorial

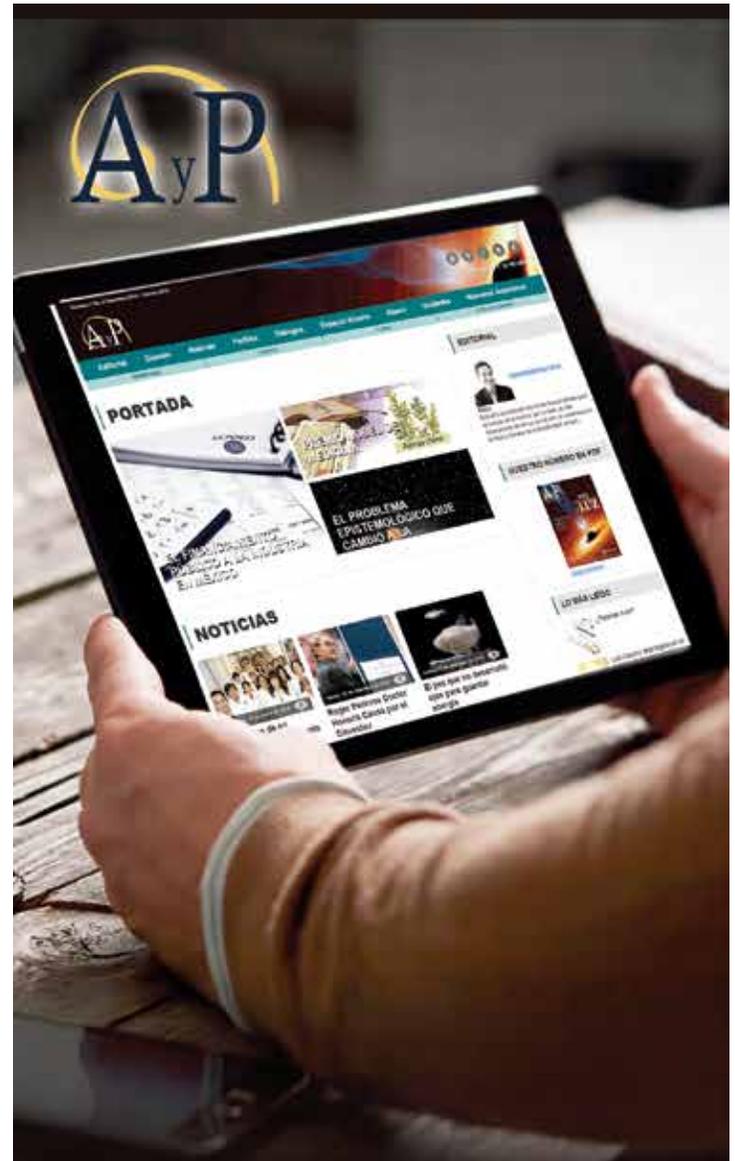
Pavel C. Rodríguez
Estudiante

Quiero mandar una felicitación al equipo editorial de Avance y Perspectiva, por retomar la versión impresa de la revista. Considero que toda institución dedicada a la investigación tiene el compromiso de difundir sus estudios y logros. Uno de los cambios que más me gustó fue el giro que le dieron a la parte editorial, haciendo de la revista una publicación más divulgativa, con lo que espero llegue a un público más amplio. Felicidades y estaré al pendiente de las siguientes publicaciones.

¿Tienes opiniones o sugerencias sobre Avance y Perspectiva?
Escríbenos a revista@cinvestav.mx
Los comentarios enviados no deberán exceder de mil caracteres con espacios.



¿Deseas colaborar en nuestra revista? Consulta los lineamientos en <http://bit.ly/217ISba>



Visita nuestra página web

avanceyperspectiva.cinvestav.mx

Y síguenos en
nuestras redes sociales



RevistaAvanceyPerspectiva



revistaayp



revista@cinvestav.mx



avanceyperspect/

[user/AvanceyPerspectiva](https://www.youtube.com/user/AvanceyPerspectiva)



Fotografía: archivo Cinvestav

LA OTRA CARA DE LAS NANOTECNOLOGÍAS

Las nanociencias y nanotecnologías se están expandiendo a casi todas las áreas de actividad humana, desde la química y la medicina hasta la electrónica o la producción industrial de pinturas y nuevos materiales ultra resistentes.

Muchos analistas califican el auge de esas tecnologías como una nueva revolución. Sin embargo, más allá de ese horizonte luminoso existen aspectos aún poco claros, como sus riesgos potenciales en el ámbito laboral e implicaciones sociales y legales que ameritan un análisis detallado.

Con ese objetivo fue concebido el libro *Nanotecnologías en América Latina, trabajo y regulación*, editado por la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (Relanse), Editorial Porrúa y la Universidad Autónoma de Zacatecas.

El contenido de esta obra —en la que participan 22 autores de siete países, incluido México— es fruto del Primer Seminario Internacional sobre Nanotecnología y Trabajo, celebrado en Curitiba, Brasil, en 2013. En ella se plantean problemas como la falta de una política regulatoria común en Latinoamérica, así como la poca sapiencia que existe sobre esas áreas del conocimiento.

“El libro nos ofrece una vista bastante detallada de la situación de regulación en Brasil y México, así como una panorámica de lo que ocurre en Colombia, Uruguay y Venezuela”, comentó durante la presentación de la obra el investigador José Gerardo Cabañas Moreno.

El coordinador académico del programa de doctorado en Nanociencias y Nanotecnologías del Cinvestav, expuso que incluso la definición de lo que constituye un nanomaterial no es necesariamente la misma en distintas iniciativas de regulación que se han hecho en el mundo.

“Los nanomateriales manufacturados presentan características distintas a los mismos materiales de escala mayor, la mayoría de las veces entran al mercado sin evaluación alguna y las pruebas existentes, cuando se les aplican, no son adecuadas ni pueden ser generalizadas”, advirtió por su parte Edgar Záyago Lau, uno de los coordinadores de la obra.

Por su parte, Rubén Lazos, del Centro Nacional de Metrología, señaló que la información contenida en el libro puede servir como base para comenzar a trabajar en la regulación de las innovaciones nanotecnológicas en el país. 

OGM: REALIDAD Y FICCIÓN

A pesar de la controversia social que generan, la producción y consumo de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) han aumentado en forma progresiva. A la fecha existen unas 180 millones de hectáreas sembradas con estos cultivos en el mundo, la mayor parte de ellas con soya, en una proporción de 90 por ciento.

Pero, ¿por qué subsiste la polémica? ¿Realmente los OGM amenazan la salud humana o animal y el cuidado del medio ambiente? ¿El maíz transgénico puede contaminar a otras variedades nativas de la planta o a especies distintas como las larvas de la mariposa Monarca? ¿Estos cultivos pueden ayudar a aliviar el hambre en el planeta y beneficiar a agricultores y consumidores?

Para responder estas preguntas desde una perspectiva estrictamente científica, un grupo de investigadores del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Cinvestav escribió el libro *Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional* (Porrúa, 2015)

En la obra, Beatriz Xoconostle Cázares, Diego Fernando Gutiérrez y Roberto Ruiz Medrano abordan los mitos y realidades en torno a los OGM, y exponen que los temores sobre sus posibles efectos perniciosos se derivan no de conclusiones sustentadas en evidencias científicas, sino de discursos influidos por intereses de tipo político o económico.

En los 12 capítulos que conforman el libro, dirigido a todo público, los expertos del Cinvestav abordan con detalle diversos tópicos que van desde los retos para aumentar la productividad del campo mexicano y el manejo e impacto de los cultivos transgénicos hasta su marco regulatorio y aspectos de bioseguridad.

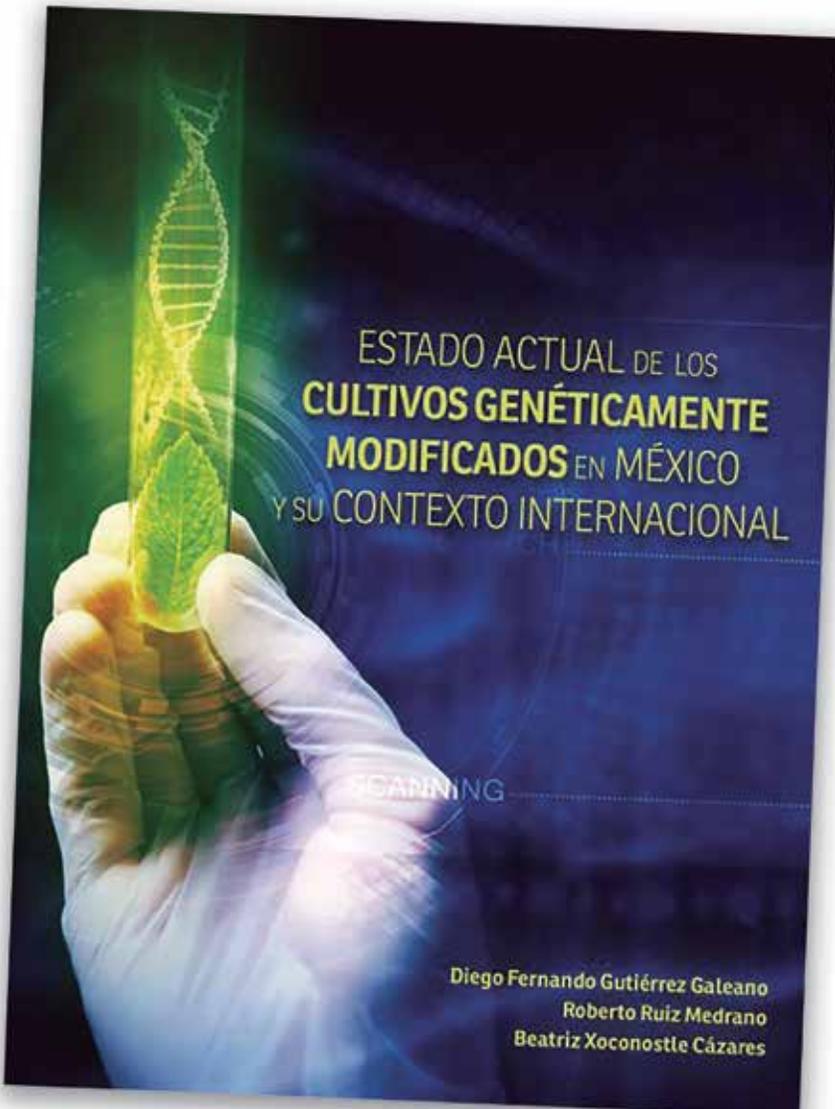
Además de aportar datos duros para desmentir las que califican como “falacias” en torno a la producción y uso de los OGM, los autores subrayan las falsas contradicciones en las que a menudo incurren los grupos detractores para descalificarlos, por ejemplo al contraponer lo natural a lo artificial o la biodiversidad a la ingeniería genética.

Un ejemplo: según estimaciones de la ONU, hacia 2050 existirán unos 9 mil millones de humanos en el planeta, es decir, 2 mil millones más en comparación con la cifra actual, lo que significará un aumento de 30 por ciento de la población. Sin embargo, la demanda de alimentos crecerá en una proporción mucho mayor (hasta 250 por ciento). Todas las herramientas de la biotecnología moderna, incluidos los OGM, puede contribuir a paliar esos problemas, plantean los autores. 



El libro está disponible gratuitamente en su versión digital en la siguiente liga: <http://bit.ly/1Q94gu3>

Beatriz Xoconostle Cázares, Diego Fernando Gutiérrez Galeano y Roberto Ruiz Medrano. *Estado actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional*. Editorial Porrúa, México, 2015.



Para honrar el incansable trabajo de Ruy Pérez Tamayo en laboratorios y aulas, así como su tenacidad como autor de libros para expertos y legos, y con el propósito de fomentar la escritura de libros que pongan la ciencia y la tecnología contemporáneas al alcance del público en general y despierten su interés por el conocimiento y los métodos de las ciencias, el Fondo de Cultura Económica convoca al

III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia

RUYPÉREZ TAMAYO

Podrán participar científicos, divulgadores de la ciencia y escritores en general, de cualquier nacionalidad, edad o lugar de residencia, con una o más obras, escritas por uno o varios autores. Quedan excluidos los empleados del Fondo de Cultura Económica.

Las obras, dirigidas a jóvenes de educación media, media superior y primeros semestres de educación superior, deberán abordar algún tema de la ciencia y la tecnología contemporáneas, con un lenguaje atractivo y preciso, presentando información actualizada y verificable. Su extensión deberá estar entre 150 y 300 cuartillas, incluyendo cuadros, imágenes y fórmulas. Las obras presentadas a concurso deberán ser inéditas y haber sido escritas originalmente en español.

Los manuscritos se enviarán a:

III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo
Fondo de Cultura Económica
Carretera Picacho Ajusco 227, 3er piso
Bosques del Pedregal, Tlalpan, CP 14738, México, DF

Los concursantes podrán hacer llegar sus obras a las filiales del FCE, cuyas direcciones pueden consultarse en el sitio electrónico de la editorial.

El límite para presentar trabajos es el 30 de junio de 2016, a las 15 horas.

El jurado estará compuesto por investigadores especializados en el tema y por representantes del Fondo.

Su fallo será inapelable.

El premio podrá ser declarado desierto.

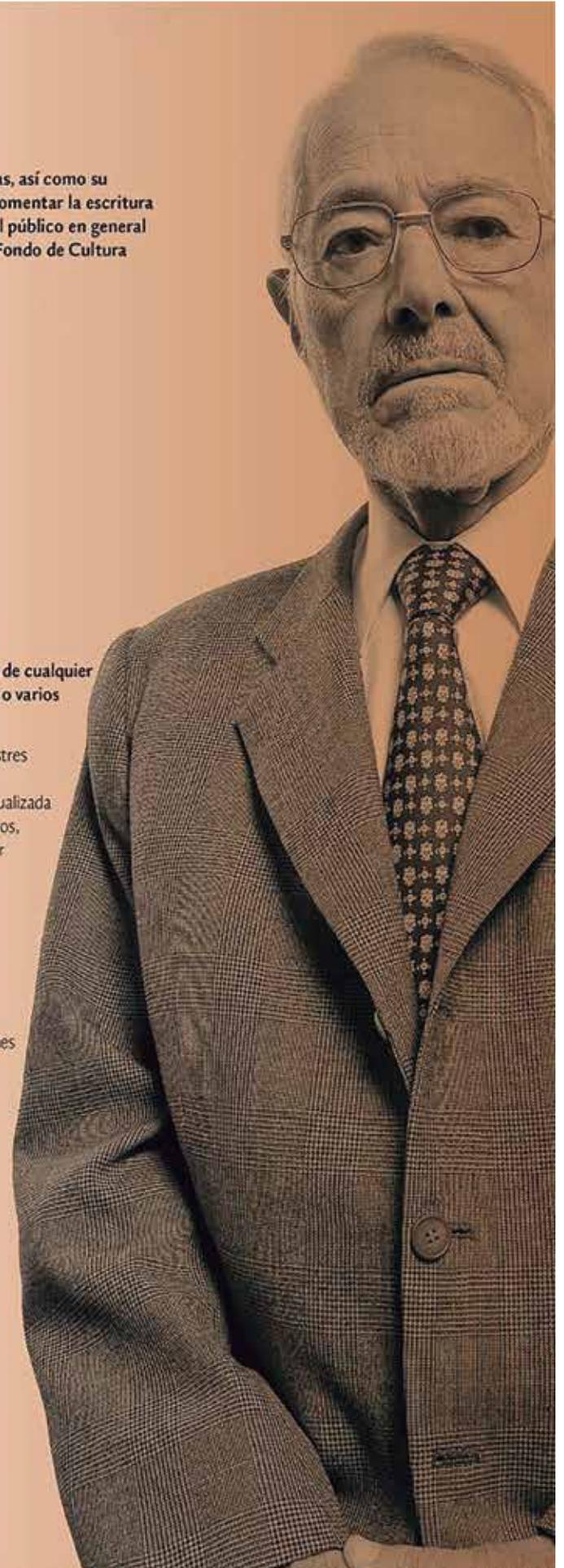
El premio consistirá en la publicación de la obra en la colección

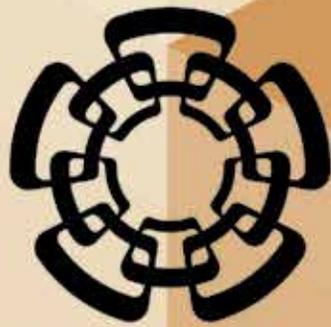
La Ciencia para Todos y en un pago de \$250,000 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS MEXICANOS), como anticipo a cuenta de regalías. La obra ganadora será publicada en noviembre de 2016.

Los resultados serán dados a conocer durante septiembre de 2016 a través de la prensa y en las páginas electrónicas del FCE.



Para mayor información, consulte las bases en:
www.fondodeculturaeconomica.com/editorial/concursos





Cinvestav

Excelencia en Investigación y Posgrado

Te invitamos a conversar acerca de los

55 Años
1961 • 2016

de nuestra institución

Con la presencia de
Jorge Volpi

conducido por
Pepe Gordon

Viernes 15 de abril de 2016
11:00 horas
Auditorio Arturo Rosenblueth