



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

UNIVERSITARIOS POTOSINOS

REVISTA DE
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

**MARÍA ELENA
ÁLVAREZ-BUYLLA
ROCES**
protagonista de la
de la biología

Nanotubos de carbono: ¿El futuro de la medicina?

LATINDEX: 24292



9 77 1870 169005



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

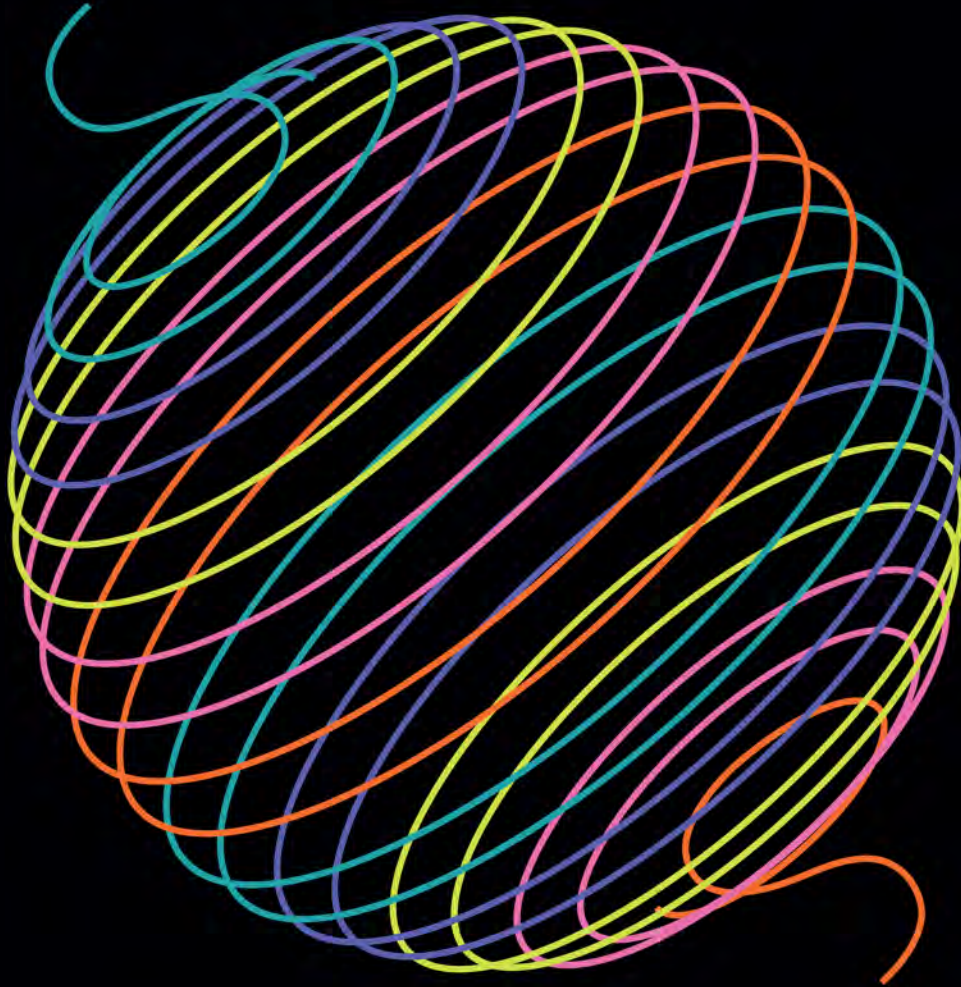


FACULTAD DEL
HÁBITAT

**CASA
CARTEL**
CENTRO UNIVERSITARIO
DE INVESTIGACIÓN GRÁFICA



BIENAL INTERNACIONAL
DEL CARTEL EN MÉXICO



EXPOSICIÓN
YUSAKU
KAMEKURA

FORMA Y FUNCIÓN
EN EL DISEÑO JAPONÉS

**Del 26 de septiembre
a diciembre de 2016**

Horario: Martes a sábado de 10:00 a 18:00 horas y
domingo de 10:00 a 17:00 horas.

**Centro Cultural
Universitario Caja Real**

Madero y Aldama, Centro Histórico.
San Luis Potosí, S.L.P.





RECTOR

Manuel Fermín Villar Rubio

SECRETARIO GENERAL

Anuar Abraham Kasis Ariceaga

DIRECCIÓN GENERAL

Ernesto Anguiano García

COORDINADORA EDITORIAL

Patricia Briones Zermeño

ASISTENTE EDITORIAL

Alejandra Carlos Pacheco

EDITORES GRÁFICOS

Alejandro Espericueta Bravo
Yazmín Ochoa Cardoso

REDACTORAS Y CORRECTORAS DE ESTILO

Adriana del Carmen Zavala Alonso
Diana Alicia Almaguer López

COLABORADORES

Investigadores, maestros, alumnos de
posgrado, egresados de la UASLP y otras
instituciones

CONSEJO EDITORIAL

Alejandro Rosillo Martínez

Facultad de Derecho Abogado Ponciano Arriaga Leija
Adriana Ochoa

Facultad de Ciencias de la Comunicación

Anuschka Van't Hooft

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Irma Carrillo Chávez

Facultad del Hábitat

María del Carmen Rojas Hernández

Facultad de Psicología

Hugo Ricardo Navarro Contreras

Coordinación para la Innovación y Aplicación
de la Ciencia y la Tecnología

Amado Nieto Caraveo

Facultad de Medicina

Vanesa Olivares Illana

Instituto de Física

Juan Antonio Reyes Agüero

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas

UNIVERSITARIOS POTOSINOS, nueva época, año trece, número 204, octubre de 2016, es una publicación mensual gratuita fundada en marzo de 1993 y editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través del Departamento de Comunicación Social, que tiene como principales objetivos difundir el conocimiento generado por la investigación científica y tecnológica de la UASLP y otras instituciones nacionales y extranjeras e informar sobre los avances, descubrimientos y teorías que se han obtenido en las diversas áreas del conocimiento. Calle Álvaro Obregón número 64, Colonia Centro, C.P. 78000, tel. 826-13-00, ext. 1505, revuni@uaslp.mx. Editor responsable: LCC Ernesto Anguiano García. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2012-112911453700-203, ISSN: 1870-1698, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, licitud de Título núm. 8702 y licitud de contenido núm. 6141, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex, folio: 24292. Impresa por los Talleres Gráficos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, avenida Topacio s/n esquina Boulevard Río España, colonia Valle Dorado, San Luis Potosí, S.L.P., este número tuvo un tiraje de 3,500 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la universidad.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Se reciben colaboraciones exclusivas y originales al correo electrónico: revuni@uaslp.mx, que serán revisadas por evaluadores externos y los miembros del Consejo Editorial.

Consulte el Instructivo para colaboradores en: <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/revista-universitarios-potosinos>.



AÑO TRECE
NÚMERO 204
OCTUBRE DE 2016

EDITORIAL

El *Diccionario de la lengua española* define los nanotubos como la "Nanoestructura cilíndrica laminar de átomos de carbono, con grandes aplicaciones experimentales en industrias diversas" y al carbono como el "Elemento químico de número atómico 6, abundantísimo en la naturaleza, tanto en los seres vivos como en el mundo mineral y en la atmósfera, que se presenta, entre otras, en forma de diamante y de grafito, constituye la base de la química orgánica y tiene gran importancia biológica. (Símb. C)".

Las aplicaciones de los nanotubos de carbono son diversas, al igual que sus usos como: interconectores, diodos, transistores, interruptores, pantallas planas, lámparas y tubos luminiscentes, fuentes de rayos X, amplificadores de microondas, microscopios electrónicos de barrido, de fuerza atómica o magnética, memorias de computadora, sensores químicos, biológicos, mecánicos, térmicos, electromagnéticos y de emisión de campo, filtros para la luz, supresores de ruido, por mencionar algunos.

Una de las aplicaciones más prometedoras de los nanotubos de carbono son las pantallas planas, al solucionar el problema de los emisores, que son extremadamente delicados; además, presentan numerosas ventajas frente a los *liquid crystal displays* (LCD): menor consumo, mayor brillo, mejor ángulo de visión y rápida respuesta (Rivas, *et al.*, 2007).

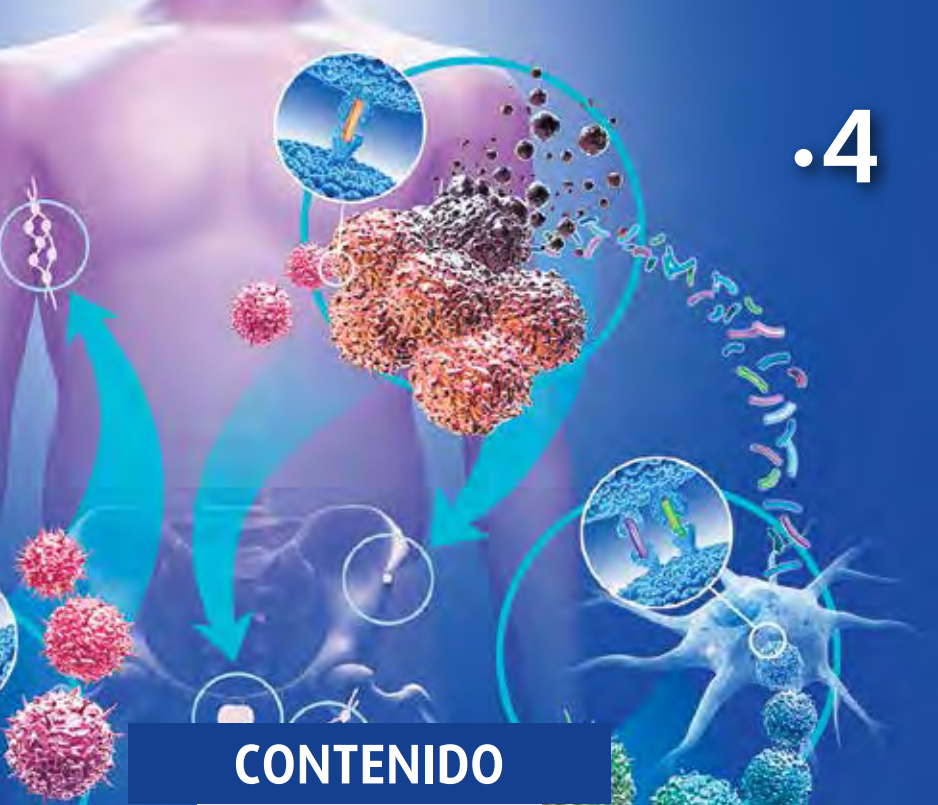
Otras aplicaciones de los nanotubos de carbono son en el campo de la medicina, en la regeneración de huesos y neuronas, como nos explica Verónica Pérez Luna, estudiante del Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de Materiales, en el artículo principal de esta edición. ☺

Síguenos:



Encuentra nuestros
contenidos en
formato digital





.4

CONTENIDO

4 Nanotubos de carbono:
¿El futuro de la medicina?
VERÓNICA PÉREZ LUNA

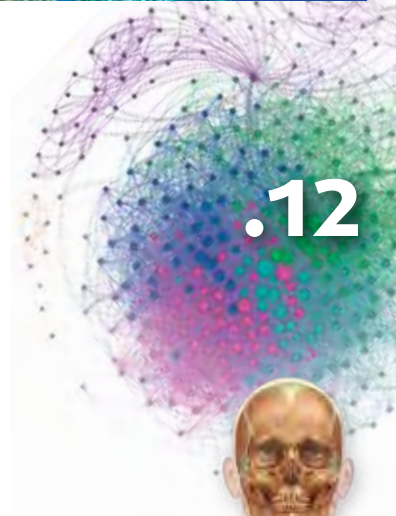
12 Modelos matemáticos
EDGARDO UGALDE MAGAÑA

16 Factores para la discusión del suicidio
SERGIO GALÁN CUEVAS Y COL.

20 Las estructuras fractales en las fibras musculares
ERIKA ELIZABETH RODRÍGUEZ TORRES Y COLS.

24 ¿Cómo llegó a San Luis la vacuna contra la viruela?
ENRIQUE DELGADO LÓPEZ

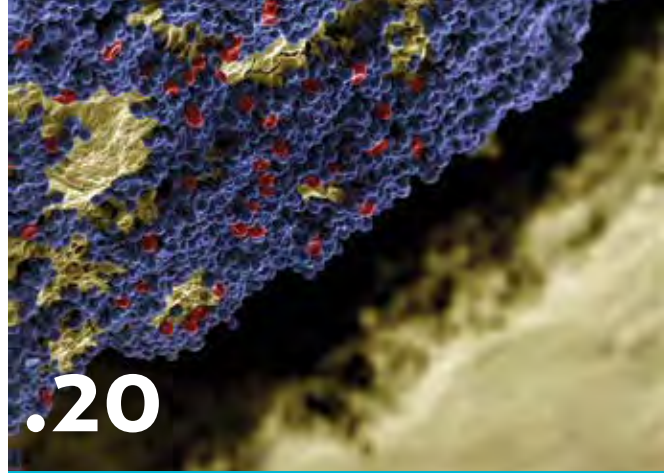
28 Medicina y fisiología: un vínculo permanente en la UASLP
PATRICIA PÉREZ CORNEJO Y COLS.



.12



.28



.20

SECCIONES

Columna DE FRENTE A LA CIENCIA • 11

LUIS ALBERTO OSORNIO SALDÍVAR

Divulgando • 34

CONCIENCIARTE

Bhupen Khakhar:

una retrospectiva en Tate Modern

ANTONIO GARCÍA ACOSTA

EUREKA

Un nicho de mercado

GUADALUPE GUEVARA DÍAZ

Protagonista de la biología

María Elena Álvarez-Buylla Roces • 38

ALEJANDRA CARLOS PACHECO

Primicias • 40

JOSÉ REFUGIO MARTÍNEZ MENDOZA

Un nuevo modelo animal para entender la metástasis de los sarcomas

Los perros entienden qué les decimos y cómo se lo decimos

AGENCIA INFORMATIVA CONACYT

Jóvenes crean

paleta baja en calorías

DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN SOCIAL, UASLP

La UASLP y la Universidad de Texas

patentan dispositivo tecnológico

Ocio con estilo • 44

Una decisión difícil

PATRICIA BRIONES ZERMEÑO

SIMPOSIO SOBRE INVESTIGACIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE EN MÉXICO

29 y 30 de Junio de 2017

Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
San Luis Potosí, México.

PERFIL DE LOS PARTICIPANTES

- Profesionales de la enseñanza e investigación
 - Estudiantes de posgrado
- Personal de Instituciones de Educación Superior
 - Encargado de proyectos y consultores
- Otras personas interesadas en el campo

Se publicará un libro revisado por expertos titulado "Sustainable Development Research at Universities in Mexico", **con todos los trabajos aceptados**. Este libro será parte de la reconocida serie "World Sustainability", publicada por **Springer**, uno de los cinco principales editores científicos del mundo.

<http://ambiental.uaslp.mx/sdrmexico2017>

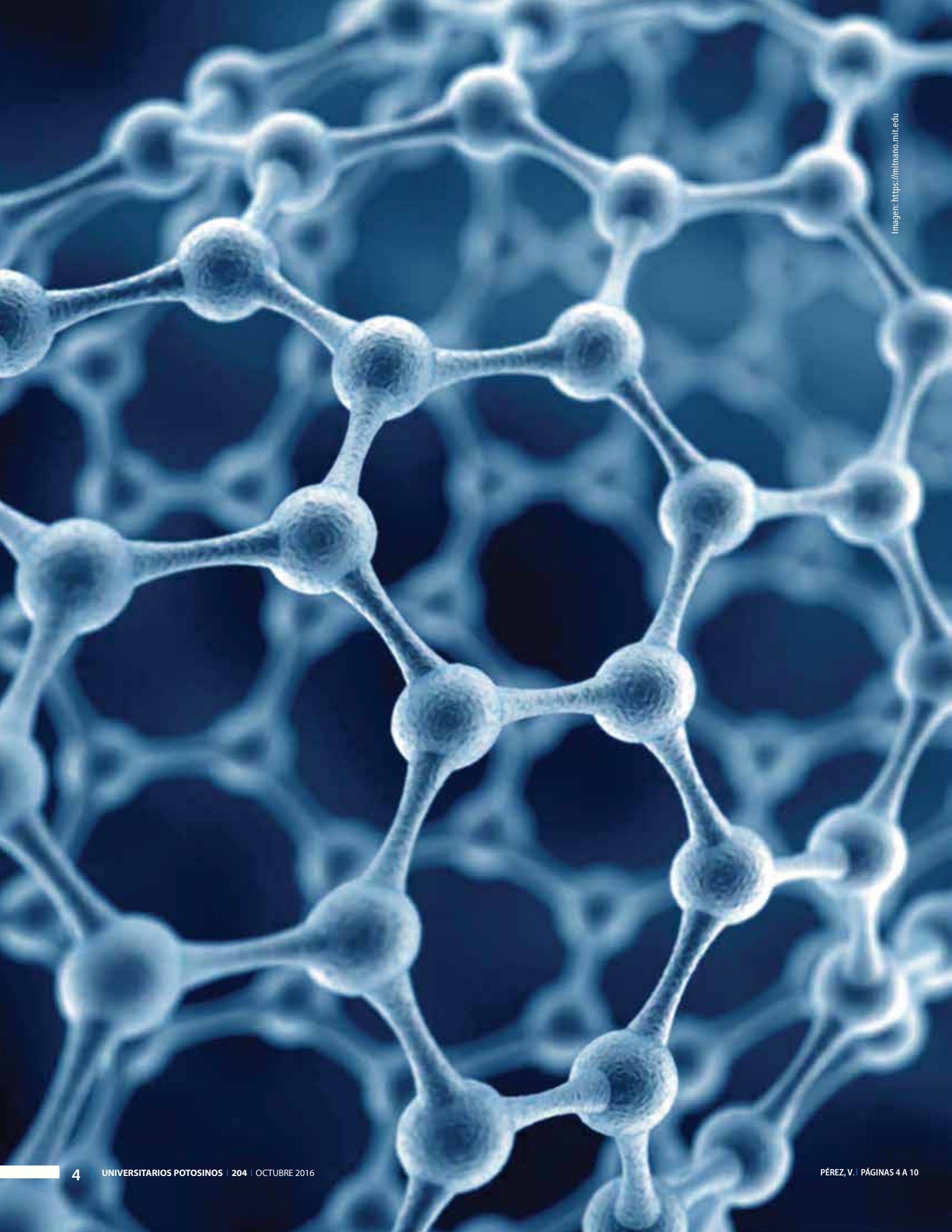


Imagen: <https://mitnano.mit.edu>

Nanotubos de carbono: ¿El futuro de la medicina?

VERÓNICA PÉREZ LUNA
siege.1013@gmail.com

DOCTORADO INSTITUCIONAL EN CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

Recibido: 13/05/2016

Aceptado: 10/08/2016

Palabras clave: Nanotubos de carbono, nanomedicina, nanoestructuras, funcionalización e interacción con células.

En 1974 Norio Taniguchi definió por primera vez el término 'nanotecnología' describiéndolo como el proceso de separación, consolidación y deformación de materiales por un átomo o una molécula. En la actualidad la nanotecnología se define como el estudio y la manipulación de distintos materiales en escala nanométrica, es decir, con dimensiones en el intervalo de 1 hasta 100 nanómetros (nm).

Durante los últimos años se ha hablado mucho acerca de las nanopartículas (NP) y de todas las aplicaciones que podrían tener en un futuro cercano, especialmente en las áreas biológicas. Las NP presentan tamaños comparables con sistemas biológicos como biomoléculas, DNA y organelos celulares (1-100 nm), además de un área superficial muy grande, lo que las hace particularmente útiles en el desarrollo de bioaplicaciones como nanosensores, implantes, ingeniería de tejidos o incluso para llevar y liberar fármacos en un área determinada dentro del organismo. Existen NP metálicas, magnéticas y con una estructura conformada por átomos de carbono. Estas últimas, como a continuación se describe, son candidatas importantes para el desarrollo de muchas de estas bioaplicaciones.

El carbono es un elemento de vital importancia para el desarrollo de la vida en la Tierra. Es el cuarto elemento más abundante sobre la corteza terrestre y

está presente en los ciclos biogeoquímicos y en todas las formas de vida conocidas hasta la fecha. Además, es utilizado ampliamente en la industria, en materiales fuertes y ligeros para la construcción de barcos, aviones, etcétera. El carbono posee una gran versatilidad química, lo que le permite unirse a sí mismo y a otros elementos de diferentes maneras. En la naturaleza se encuentra formando diferentes estructuras moleculares, conocidas como 'alótropos'. En su forma macroscópica puede ser amorfo o como el carbón que utilizamos para la carne asada, los diamantes y el grafito presente en los lápices. Además de estas estructuras, durante las últimas décadas también se han encontrado diferentes alótropos nanométricos, como el fullereno, el grafeno, los nanodiamantes y los nanotubos de carbono (CNT, por sus siglas en inglés).

Los CNT fueron descubiertos en 1991 por Sumio Iijima cuando examinaba materiales de carbono. En su muestra observó un objeto con forma de aguja. Como su nombre lo indica, son estructuras con forma cilíndrica, compuesta por átomos de carbono y tamaños en la escala nanométrica. Por su estructura molecular los podemos clasificar en dos tipos: a) nanotubos de una sola pared *single walled carbon nanotubes* (SWNT), o b) nanotubos de múltiples paredes *multiwalled carbon nanotubes* (MWNT). Los

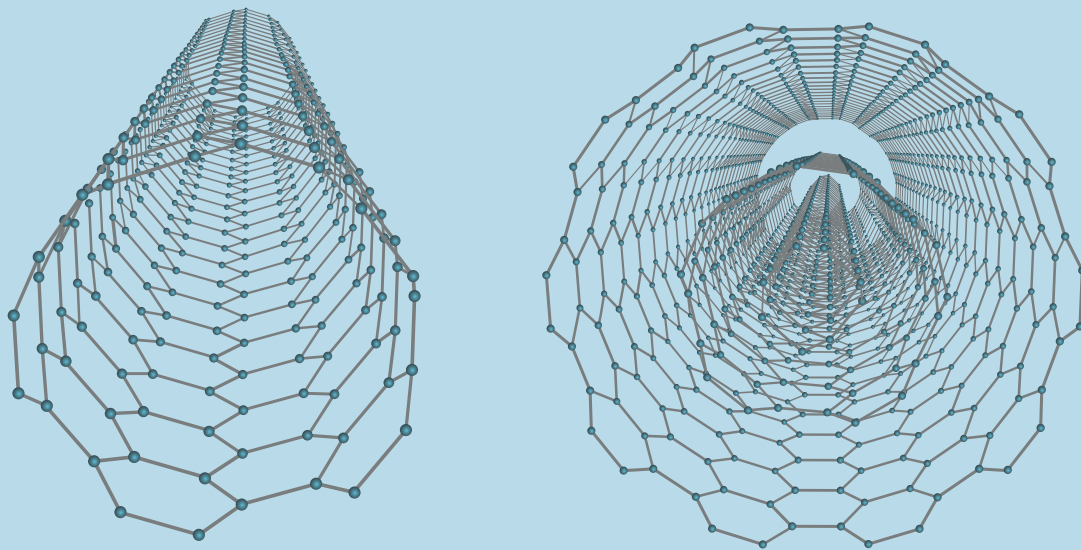


Figura 1. Clasificación de nanotubos de carbono: a) Nanotubos de una sola pared (SWNT) y b) Nanotubos de múltiples paredes (MWNT). Trnkova, 2015.

nanotubos tienen diámetros en nanómetros y pueden llegar a tener longitudes de milímetros. En la figura 1 se representan los dos tipos de estructuras básicas que presentan los CNT.

Los CNT presentan una amplia gama de propiedades, por ejemplo, son excelentes conductores de electricidad. Se ha reportado que conducen electrones generando muy poco calor, lo que los hace mejores que el cobre. Además, se sabe que poseen excelentes propiedades mecánicas, son 100 veces más resistentes que el acero y seis veces más ligeros que el mismo, lo que los convierte en un material muy flexible a lo largo, pero difícil de romper. También poseen una alta estabilidad térmica, pues soportan temperaturas de hasta 750 °C.

Poseen una estructura atómica que les confiere reactividad química (son capaces de reaccionar en presencia de diferentes compuestos). Esta propiedad permite unir covalentemente diferentes moléculas mediante enlaces químicos estables. Los CNT pueden dividirse en dos zonas: puntas y paredes.

Las puntas son remanencias de fullerenos (nanoestructuras formadas por átomos de carbono parecidas a un balón de fútbol) y son altamente reactivas. Por el contrario, sus paredes son significativamente

menos reactivas, por lo que en la mayoría de los grupos se unen las puntas de los CNT y en algunos casos, en las paredes, en especial donde exista la presencia de defectos (donde falten átomos de carbono o se encuentren sustituidos por algún otro).

Las moléculas pueden unirse a los CNT de dos maneras diferentes: de forma covalente, en donde la molécula se une compartiendo uno o más electrones con el nanotubo y de forma no covalente, donde la molécula simplemente se adhiere a la pared del nanotubo. Por ejemplo, al poseer un tamaño tan pequeño, nanotubos de carbono cargados positivamente fueron unidos a hebras de DNA mediante fuerzas electrostáticas o de atracción, ya que éste posee grupos con carga negativa (figura 2).

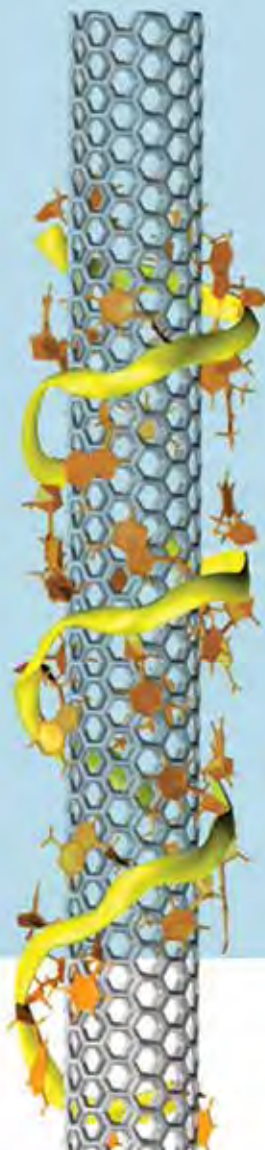


Figura 2. Nanotubo de carbono funcionalizado con DNA. Hersam, 2009.

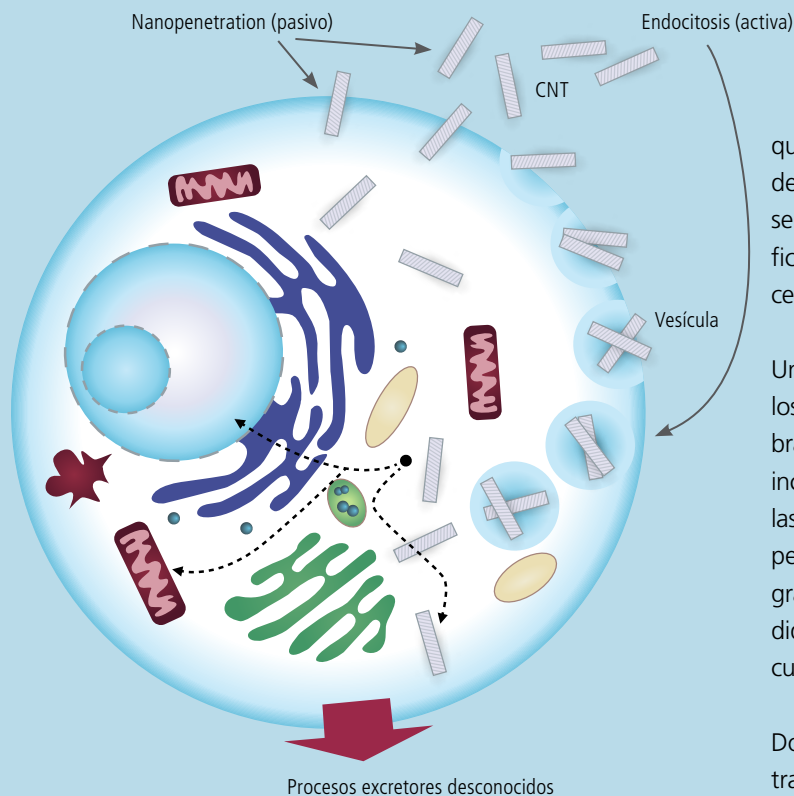


Figura 3. Representación esquemática de los mecanismos de internalización de nanotubos de carbono en la célula. Firme C.P., 2010.

Gracias al amplio estudio que se ha realizado sobre la química de los nanotubos de carbono, se conocen muy bien las reacciones que pueden utilizarse para obtener los resultados deseados. Por ejemplo, la reacción de oxidación es una de las metodologías más populares para llevar a cabo la funcionalización de los CNT. Mediante el uso de ácidos fuertes como ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) se puede originar la oxidación de los defectos presentes en la superficie de los nanotubos. Cuando se lleva a cabo este tratamiento, se obtiene una nanoestructura que presenta puntas abiertas y grupos funcionales como ácidos carboxílicos (COOH), cetonas ($=\text{O}$) y grupos hidroxilo (OH), los cuales pueden utilizarse posteriormente para unir otro tipo de moléculas a la pared de los CNT. Por ejemplo, proteínas presentes en el cuerpo humano o incluso medicamentos para tratar diferentes enfermedades (como cáncer de mama u osteoporosis). También se unen grupos

Los nanotubos de carbono son excelentes conductores de electricidad, incluso mejor que el cobre

químicos que modifican las propiedades superficiales de los CNT, es decir, podemos hacer un material que se disperse en agua o no, que tenga una carga superficial positiva o negativa, unirle una molécula fluorescente para seguir su localización en células, etcétera.

Una de las habilidades más interesantes que poseen los nanotubos de carbono es que atraviesan la membrana de células de mamíferos. Este proceso lo hacen incluso al acarrear material químico como biomoléculas o fármacos, sin causar la muerte de la célula. A pesar de que este fenómeno se ha observado en una gran cantidad de estudios científicos, aún no se ha podido explicar por completo el mecanismo mediante el cual son capaces de internalizar la membrana celular.

Dos diferentes mecanismos han sido propuestos para tratar de explicar la internalización de CNT en las células (figura 3): el primero es dependiente de energía, en donde la célula participa de manera activa para internalizar el material, lo que sucede es que mediante diferentes señales la célula "se come" a los nanotubos de carbono, este proceso se conoce como endocitosis. Mientras que en el segundo, los nanotubos simplemente se difunden a través de la membrana. Se ha observado mediante microscopía de transmisión que entran y salen de la célula libremente, como si fueran agujas.

Algunos de los problemas más graves a los que se enfrentan las áreas biológicas en el diseño de fármacos son: a) no existe una forma de seleccionar células sanas de enfermas, y b) muchos medicamentos no son capaces de atravesar la membrana plasmática de las células, provocando que los tratamientos para muchas enfermedades sean ineficientes. El cáncer es un ejemplo muy utilizado, ya que la quimioterapia y radioterapia (ambos son los tratamientos más utilizados en la actualidad) dañan las células sanas y combaten las cancerígenas.

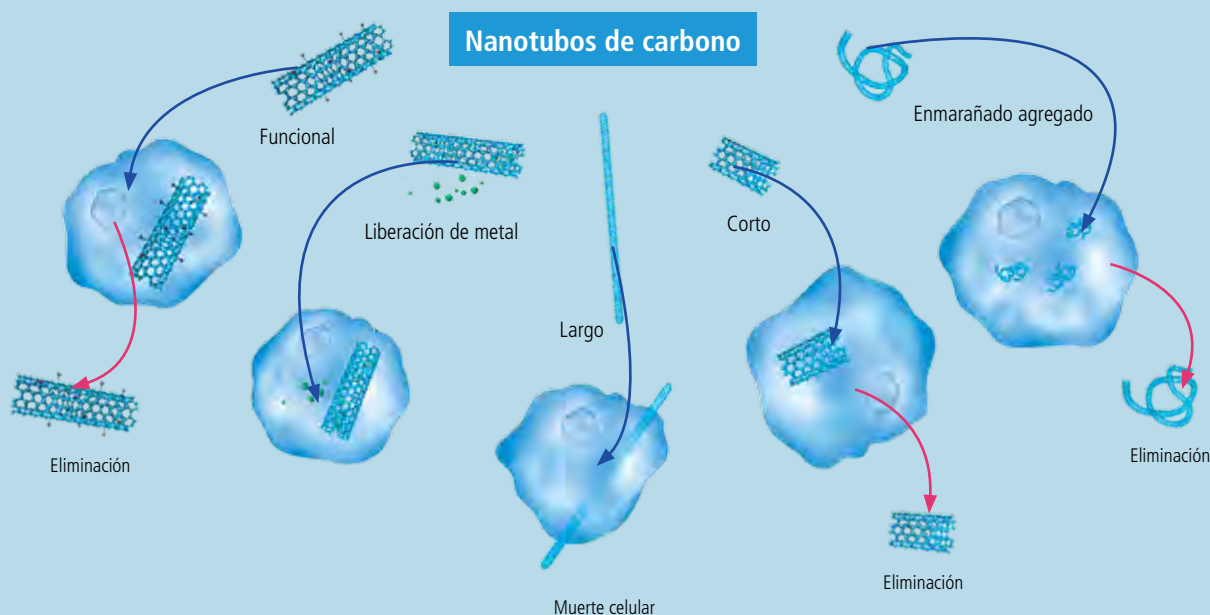
Una de las maneras de evitar esto es la generación de nuevos fármacos incorporando el uso de los CNT funcionalizados en su diseño. Siguiendo esta estrategia pueden modularse los efectos indeseables de una droga y determinar a qué células debe llegar el fármaco. Estos procesos son posibles debido a la alta reactividad de los CNT, ya que puede unirse químicamente al fármaco para tratar la enfermedad, grupos funcionales que lo hagan biocompatible con el organismo y agentes de reconocimiento como antígenos y anticuerpos que los introduzcan únicamente a las células enfermas. Por ejemplo, el alzhéimer es una enfermedad neurodegenerativa causada por la disminución en la producción de acetilcolina, este neurotransmisor libre no puede entrar solo al cerebro. En un estudio experimental desarrollado para tratar esta enfermedad, los CNT fueron utilizados para llevar la acetilcolina hacia el cerebro, pasando la membrana microencefálica.

Desafortunadamente, también se ha encontrado que los CNT presentan toxicidad. Para utilizarlos como acarreadores de fármacos o transportadores

se han llevado a cabo estudios acerca de cuáles son los factores responsables de esta toxicidad y de qué manera pueden ser modulados. Algunos de los factores que tienen un rol importante en el momento de determinar su toxicidad, son:

- a) Impurezas. Los métodos utilizados en la síntesis de CNT requieren mucha energía y el uso de agentes catalizadores metálicos. Como resultado se obtienen nanotubos que contienen partículas de hierro, cobalto y carbono amorfo, entre otros.
- b) Estructura (SWNT o MWNT). Se ha reportado que los nanotubos de múltiples paredes son menos tóxicos que los de una sola pared.
- c) Longitud. Los CNT largos tienden a quedarse atorados en la membrana celular, mientras que los nanotubos más cortos pueden entrar y salir con libertad de las células.
- d) Superficie. Los CNT poseen una superficie hidrófoba, la cual no les permite dispersarse en agua y provoca que al entrar en contacto con solventes acuosos formen cúmulos, lo que se conoce como agregación. Estos factores se resumen en la figura 4.

Figura 4. Factores involucrados en la toxicidad de los nanotubos de carbono. Baouyun Sun and Chunying Chen, 2013.



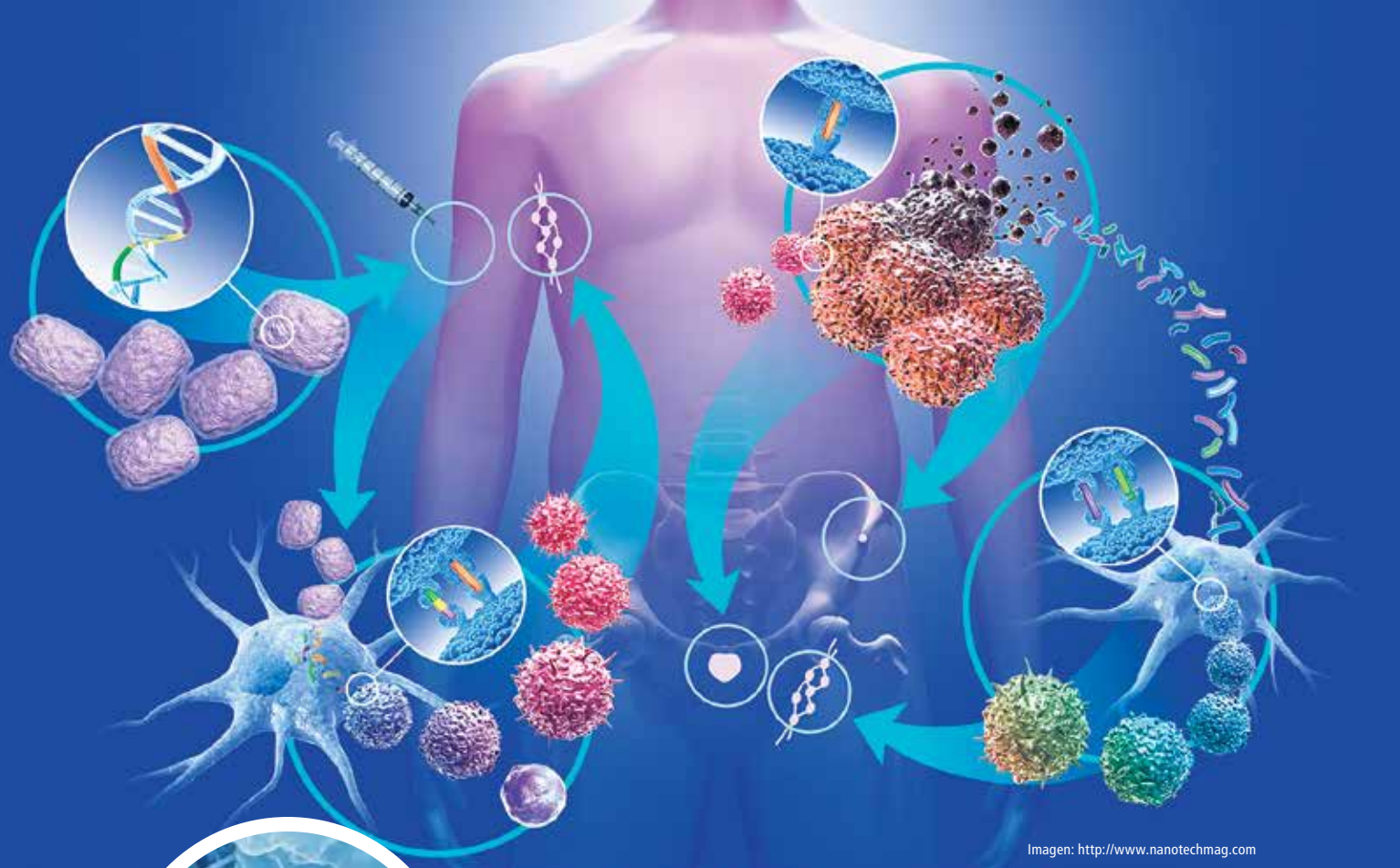


Imagen: <http://www.nanotechmag.com>

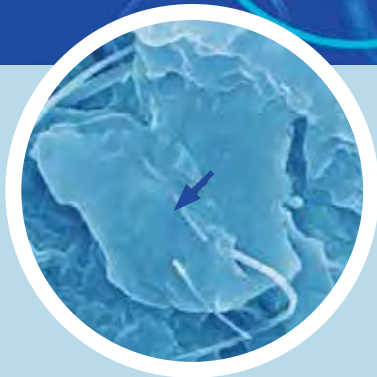


Figura 5. Nanotubos de carbono fusionados con osteocitos (células de hueso). Naoto Saito, 2008.

La toxicidad de los nanotubos puede reducirse al cambiar sus propiedades superficiales a través de tratamientos químicos. Por ejemplo, se ha reportado que cuando los CNT prístinos (es decir, sin ningún tipo de modificación superficial) son incubados con células, estos provocan apoptosis, ya que tienden a acumularse y formar agujas parecidas al asbesto. En cambio, cuando los CNT son tratados con ácidos fuertes, se modifican las propiedades superficiales por la formación de grupos carboxilo (se dispersan en agua) y se reduce en gran medida su toxicidad, ya que no se observaban cambios significativos en la viabilidad celular.

La funcionalización de los nanotubos de carbono nos permite aumentar su solubilidad y al mismo tiempo

unir a su superficie moléculas con una función específica dentro de un organismo. En esta dirección, la ingeniería de tejido es un área de investigación que busca combinar las propiedades de algún material con los principios de la ingeniería para crear plataformas que promuevan la reparación o regeneración de las funciones de algún tejido dañado. Por ejemplo, en articulaciones, tendones, huesos o incluso para la fabricación de injertos vasculares.

Las plataformas utilizadas en este tipo de aplicaciones buscan proveer de soporte estructural, guiar el crecimiento celular y facilitar el transporte de nutrientes, permitiendo la formación de tejido sano. Para lograrlo, es importante que los andamiajes sean fabricados con materiales que resistan la corrosión química y que no provoquen daño dentro del organismo. Combinando las propiedades de los CNT con biopolímeros como colágeno y ácido hialurónico. Los CNT se vuelven biocompatibles y al agregar moléculas permiten simular componentes de la matriz extracelular. De esta forma, se han creado pla-



■ Es maestra en Ciencias Aplicadas por la UASLP. Actualmente estudia el Doctorado Institucional en Ingeniería y Ciencia de Materiales de la UASLP y trabaja en el Laboratorio de Nanoestructurados Multifuncionales de la misma institución, en donde desarrolla el proyecto “Interacción de membranas biológicas con nanotubos de carbono funcionalizados con biopolímeros”.

taformas que promueven el crecimiento y adhesión celular. La eficiencia de plataformas de nanotubos funcionalizados es mayor que la de plataformas de materiales cerámicos y biopolímeros.

Nanotubos de carbono en regeneración de huesos

Los huesos brindan soporte, movimiento y protección a órganos como corazón y pulmones, por lo que son resistentes y duros, pero al mismo tiempo muy livianos. Debido a sus propiedades mecánicas tan parecidas, los nanotubos son excelentes candidatos para utilizarse en la regeneración de tejido óseo. Además se ha observado que promueven el crecimiento de hidroxiapatita (el cual es uno de los componentes más importantes de los huesos) debido a sus dimensiones tan pequeñas. Los CNT utilizados para plataformas de crecimiento se funcionalizan con el ácido sulfónico aminobenzoico (PABS, por sus siglas en inglés) el cual atrae cationes de calcio esenciales para la producción de huesos. La funcionalización le permite crear un ambiente favorable para el crecimiento de nuevo tejido, ya que se encontraron cristales de hidroxiapatita sobre la superficie de los CNT. En estudios similares se ha observado que también son capaces de aumentar la resistencia y dureza del tejido óseo, el cual crece sobre las plataformas. Las puntas de los nanotubos funcionan con él, sin provocar ningún efecto dañino sobre las células.

Nanotubos de carbono en regeneración de neuronas

Para la regeneración de tejido nervioso se requiere un material que permita la conducción de corriente eléctrica. Se ha observado que las neuronas crecen de manera prolífica en sustratos recubiertos con MWNT. Incluso se ha observado que las neuronas tienden a crecer en donde hay cúmulos de MWNT y de ahí extienden sus neuritas (ramificaciones de la neurona) a donde encuentren otro sitio con estos cúmulos. Una de las estrategias que se ha llevado

a cabo para utilizar a los nanotubos como plataformas para crecimiento de tejido nervioso es funcionalizarlos con un aldehído 4-Hidroxinonenal (4-HNE), molécula que aumenta los niveles de Ca^{2+} (calcio) intracelular. La plataforma de MWNT funcionalizados permite el crecimiento de neuronas. Éstas presentan varias neuritas con longitudes más grandes que las que crecen en presencia de MWNT sin funcionalizar.

Como hemos visto, los nanotubos de carbono poseen propiedades físicas y químicas que los hacen materiales ideales para el desarrollo de diversas bioaplicaciones como sensores, fibras ultrafuertes, acarreadores de fármacos y para la regeneración de tejidos. Aunque aún faltan estudios para entender por completo cómo controlar su toxicidad y cuáles serían las modificaciones superficiales ideales para cada aplicación, no cabe duda que estas nanoestructuras jugarán un papel importante en distintas áreas de nuestras vidas. ☞

Bibliografía:

- Iijima, S. (1991) Helical microtubules of graphitic carbon, *Nature*. 354 pp.56-58.
- Hui, H., Zhao, B., Itkis, M., Haddon, R. (2003) Nitric acid purification of Single-Walled Carbon Nanotubes, *The Journal of Physical Chemistry. B*. 107 pp.13838-13842.
- Yang, Z., Zhang, Y., Yang, Y., Sun, L., Li, H., Wang, C. (2010) Pharmacological and toxicological target organelles and safe use of single-walled carbon nanotubes as drug carriers in treating Alzheimer disease, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 6 pp.427-441.
- Zhao, B., Hui, H., Mandal, S.K., Wang, C. (2005) A bone mimic base on the self-assembly of hydroxyapatite on chemically functionalized single-walled carbon nanotubes, *Chemistry of Materials*.17 (12), pp. 3235-3241.
- Mattson, M.P., Haddon, R.C., Rao, A. M. (2000) Molecular functionalization of carbon nanotubes and use as substrates for neural growth, *Journal of Molecular Neuroscience*. 14 (3), pp.175-182.



DE FRENTE A LA CIENCIA

De la criminología académica a la criminología como ciencia

Es importante observar que a un año del inicio del proyecto integrador de la Licenciatura en Criminología en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Facultad de Derecho Ponciano Arriaga Leija retoma sus orígenes bajo un sentido ético y propicio para el resurgimiento de la criminología académica, que tiene una caracterización fundamentalmente descriptiva y está constituida por la “sistematización, a efectos de enseñanza o diseminación del conocimiento de la criminología general”. Consta lo que se ha hecho (historia, teorías, metodologías y aplicabilidad) y lo que aún queda por realizar, generalmente con un acento crítico.

Por lo anterior, no hay que dejar pasar que el grado de criminología, en el transcurso de su incorporación en todas las universidades del país, ha tenido un camino polémico y algunas opiniones descalifican su inclusión científica a un nuevo sistema acusatorio que exige su presencia académica para reafirmar su conceptualización en México.

El profesor Luis Rodríguez Manzanera, catedrático destacado por varias universidades del país, esclarece que la palabra criminología es un término convencional que utilizó por vez primera por el antropólogo francés Paul Topinard, aunque su definitivo asentamiento en la comunidad científica internacional venga de la mano de Rafael Garófalo, quien con César Lombroso y Enrico Ferri constituyen el trípode esencial de la aparición de la nueva ciencia.

Rodríguez Manzanera propone una noción de criminología de gran claridad, como suelen serlo las cosas sencillas. Advierte que el concepto tiene una doble paternidad: la de Mariano Ruiz Funes y la de Alfonso Quiroz Cuarón. Esta es la definición: “Ciencia sintética, causal, explicativa, natural y cultural de las conductas antisociales”.

De lo anterior cabe mencionar que Günther Kaiser atribuye a la criminología la característica sustancial de tratarse de un conjunto ordenado de conocimientos experimentales referentes al crimen; señala que no existe, en su opinión, una concepción predominante ni en su país, Alemania, ni en los demás. Aunque de inmediato agrega que

las opiniones divergentes sobre lo que en la actualidad debe entenderse por criminología no ofrecen contrastes relevantes. Parece no dudarse — más bien hay unanimidad — en su caracterización como ciencia empírica.

También detecta el profesor de la Universidad de Friburgo, en Alemania, el consenso en torno a que la criminología se ocupa del crimen y el criminal, del control de la criminalidad (fundamentalmente en lo que se refiere a la ejecución de las sanciones penales) y de la prognosis y tratamiento de los infractores. Afirma que el conocimiento criminológico debe referirse con preferencia, a hechos observables e intersubjetivamente comprobables inherentes a su específica problemática. Según el profesor teutón, no son admisibles — no deben serlo al menos — especulaciones, opiniones y juicios de valor, aunque no descarta la posibilidad de que puedan ser objeto de investigación empírica y subraya la necesidad de que los resultados sean obtenidos de modo sistemático y con congruencia ordenadora.


Para sintetizar el pensamiento de Kaiser, sin pretensiones de vana exhaustividad, es necesario señalar que el maestro de Friburgo constata dos concepciones de la criminología: una estricta y otra lata. En sentido estricto se trata de una investigación empírica del delito y de la personalidad del delincuente. Indica, como connotaciones específicas de esta posición *stricto sensu*, la descriptividad expositiva de la criminalidad global o de los delitos individuales, al tiempo que existen estudios científicos monográficos o longitudinales. Tomando prismas psicológicos, psicopatológicos o eclécticos, se hacen descripciones personales y biográficas de los delincuentes y las situaciones conflictivas.

Lato sensu, la criminología incluye el análisis del conocimiento científico experimental sobre las transformaciones del concepto del delito (criminalización) y, en referencia a la lucha contra el mismo, el control de las conductas sociales desviadas y de los mecanismos fiscalizadores de las actividades de la policía y la justicia. Congruente con su línea de pensamiento, estima Kaiser

que el punto de partida de la consideración criminológica reside en la noción jurídica del delito, si bien aclara que la investigación no puede agotarse en la descripción del hecho delictivo concreto. Y no puede agotarse, porque existen relevantes diferencias cualitativas entre los actos penados por una ley, porque son importantes ciertas irregularidades carentes de trascendencia jurídico-penal, y no basta para la consideración criminológica estimar como iguales, en esencia, la conducta desviada y la criminalidad; al ignorar estas cuestiones en la investigación criminológica, se corre el riesgo de dejar fuera de ella amplias zonas de la realidad social.

El modo de interrelación con el ámbito social aparece, por consiguiente, como síntoma o atributo de la dinámica de la personalidad delinencial que, dice el autor germánico, en cierto sentido actúa inmanentemente. Ésta se distingue, y a la vez matiza de manera diferencial, entre lo criminalmente indicativo y lo no indicativo.

Cabe mencionar que en función de lo anterior y frente a ello, Kaiser nos habla de la “teoría de la diferente conformación de comportamiento” con base en una “socialización diferencial y control social”: desde aquí se ordena — prosigue Kaiser — el conocimiento experimental criminológico, que puede delimitarse alrededor de lo que él llama tres conceptos fundamentales: delito, delincuente y control social. Resume que estos constituyen la brújula orientadora de todos los temas actuales de investigación o permiten retrotraerse a ellos.

Por último, es importante para enfatizar el sentido científico de la inclusión de la criminología y su estudio dentro de las aulas universitarias, los comentarios del maestro hispano Eugenio Cuello Calón y más aún cuando esgrime dentro de su opinión que la criminología es “el conjunto de conocimientos relativos al delito como fenómeno individual y social”. En su concepto, nuestra ciencia se ocupa del estudio de los factores individuales y sociales de la criminalidad. Parece deducirse, en el criterio del que fue profesor de la universidad madrileña, que la criminología constituye una rama del frondoso árbol de las ciencias penales. 

Modelos matemáticos

EDGARDO UGALDE MAGAÑA
ugalde@ifisica.uaslp.mx
INSTITUTO DE FÍSICA

Recibido: 24/02/2016
Aceptado: 15/07/2016

Palabras clave: Modelos matemáticos, teoría de gráficas, dinámica, discreta, modelos probabilísticos y modelo de Ising.

Nuestros cerebros fabrican modelos matemáticos para organizar información y hacer predicciones desde que nos llamamos humanos, tal vez desde antes. Los modelos matemáticos son abstracciones simbólicas de una parte de la realidad espacio-temporal que percibimos. Cuando nuestros cerebros fabrican tal abstracción, somos capaces de jugar con la representación lograda y así concebimos y analizamos escenarios posibles sin necesidad de experimentarlos realmente. De esta forma hacemos inferencias y predicciones que pueden, incluso, salvarnos la vida. Recuerdo una lectura que hablaba sobre la aparición del lenguaje estructurado en el hombre y de cómo éste nos brindó una ventaja evolutiva, ya que nos permite formular escenarios de peligro y estrategias para evitarlos aún sin haberlos experimentado.

Me gusta imaginar cómo en aquellas lejanas épocas nuestros ancestros dibujaban sobre la arena un croquis del territorio y ubicaban las fuentes de agua, los sitios de caza, recolección y a sus depredadores. Discutiendo alrededor de ese croquis es como de mane-

ra colectiva diseñaban su estrategia de supervivencia. Ésta habría sido una de las primeras actividades en nuestra historia donde las matemáticas se aplicaron: el diseño y estudio de croquis del territorio, como una cartografía abstracta, pues no importa en realidad la escala ni el relieve. Se omiten casi todos los detalles, en cambio se distinguen ciertos rasgos del paisaje y se establecen relaciones entre ellos, como por ejemplo, qué está del lado que sale el sol y del lado opuesto. Entonces tenemos elementos distinguidos y relaciones espaciales, y eso es todo. Tenemos pues, un modelo matemático de territorio.

Se dice que una de la ramas más “modelísticas” de las matemáticas, conocida como ‘teoría de gráficas’, nació del estudio de un croquis. Leonard Euler, uno de los más brillantes y productivos matemáticos de la historia vivió en Königsberg, Prusia Oriental, hoy día Kaliningrado. Se trata del enclave ruso situado entre Polonia y Lituania, que hace de Rusia un país desconexo. Königsberg es atravesada por el río Pregel o Pregolia para los rusos, el cual forma varias islas en el

Imagen: <http://social-dynamics.org>



interior de la ciudad. Los márgenes del río y dos islas contiguas (una de ellas es la de Kneiphof, o de Kant en honor a Immanuel Kant, quien nació y vivió en Königsberg) están unidas por siete puentes. El problema que debía resolver Euler era diseñar un circuito para dar un paseo que utilizara una y sólo una vez, cada uno de los puentes. Entonces concibió un modelo matemático, un croquis, en que cada terreno conexo —las dos islas y los dos márgenes del río—, era representado por un punto o vértice, se trazaba una línea o arista entre ellos cuando hubiera un puente que los uniera. El objeto obtenido es una colección de vértices unidos por aristas, es decir, una gráfica. Sobre papel es más fácil ensayar paseos que hacerlos.

Al estudiar la gráfica de Königsberg, Euler descubrió que era imposible diseñar un circuito que utilizara una y sólo una vez cada puente, así que caracterizó todas las gráficas que admiten tal circuito. Hoy en día las gráficas se cuentan entre las herramientas preferidas para el modelamiento matemático. No hay que ir más lejos que considerar las famosas redes sociales, que se modelan precisamente como gráficas. Estudiarlas como objetos matemáticos permite, por ejemplo, resolver preguntas concretas sobre redes sociales y viceversa, al modelar redes sociales por medio de gráficas se han obtenido resultados matemáticos relevantes como la existencia de transiciones “de mundo pequeño”, fenómeno que se ha estudiado desde hace ya varias décadas (Watts y Strogatz, 1998).

Para no dejar al lector con la duda, la gráfica de los puentes de Königsberg tiene, como ya dijimos, cuatro vértices, digamos I, D, K y G, que denotan el margen izquierdo, derecho, la isla de Kant y la isla grande, respectivamente. Con esta notación pode-

mos codificar los puentes como sigue: I-K1, I-K2, D-K1, D-K2, K-G, I-G, y D-G. En la figura 1 se representa un croquis del territorio en cuestión y un dibujo de la gráfica que lo representa.

Puede ser que además de interesarnos en la estructura de un espacio, queramos también entender, e incluso predecir, cómo se mueven las cosas dentro de éste. Necesitamos entonces un modelo dinámico que no sólo contemple la disposición espacial de las cosas, sino también la forma en que cambia con el paso del tiempo. Las estructuras matemáticas que sirven para representar esto son los sistemas dinámicos (Ugalde, 2012), modelos que incluyen una representación del espacio de posibilidades, espacio de estados y una regla que prescribe su cambio con el paso del tiempo. Los sistemas dinámicos, en particular los mecanicistas, se impusieron como forma para describir los fenómenos naturales o artificiales del universo. Debemos a Pierre-Simon de Laplace el primer modelo mecanicista del sistema solar, que define y estudia de manera detallada en su *Traité de Mécanique Céleste*. Este trabajo representa el triunfo del determinismo, postura filosófica según la cual todos los fenómenos naturales y artificiales pueden explicarse a partir de un número pequeño de leyes simples, las cuales se formulan en términos de ecuaciones diferenciales. La física clásica se construyó sobre esta base y este enfoque se ha extendido a otras áreas del conocimiento, lo que ha dado lugar a disciplinas como la dinámica de poblaciones, la cinética de reacciones químicas o la epidemiología matemática. En éstas el modelamiento, en particular la definición de las ecuaciones que rigen el comportamiento del sistema, juega un papel muy importante, pues las leyes que determinan el

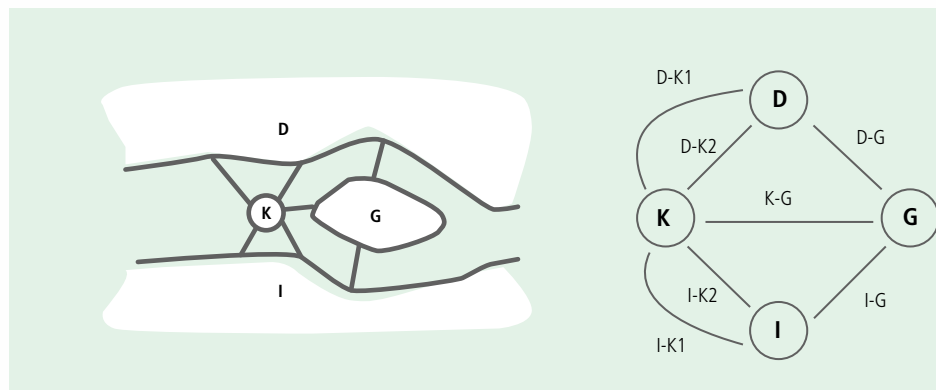


Figura 1.



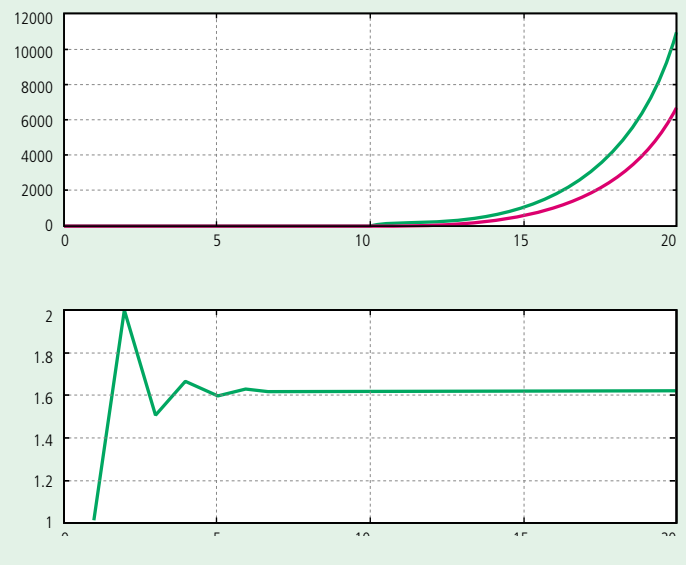
fenómeno no necesariamente se conocen, o su definición depende del nivel de descripción requerido. Del modelamiento surgen cierto tipo de estructuras matemáticas que luego merecen ser estudiadas por su valor intrínseco, independientemente de su origen. Por esta razón hay estudios de redes de ecuaciones diferenciales con resultados que permiten determinar generalidades, fenomenología que no depende de las leyes específicas que gobiernan la dinámica del sistema. De esta manera explicamos las analogías que se observan entre la dinámica de poblaciones y la de las reacciones químicas, por ejemplo.

Para no irnos con la boca seca, aquí va un ejemplo de sistema dinámico: el modelo más antiguo y sencillo de dinámica de poblaciones se lo debemos a Leonardo Pisano, mejor conocido como Fibonacci. En cada instante de tiempo, digamos t , tenemos una población compuesta por un cierto número $N_a(t)$ de adultos y un cierto número $N_j(t)$ de jóvenes. Entonces, el espacio de posibilidades es el conjunto de todas las parejas de números no negativos (N_a, N_j) . La población cambia de generación en generación, de modo que los instantes de tiempo tomados en cuenta son también números enteros: instante inicial $t=0$, primera generación $t=1$, y así. La ley de cambio que propuso Fibonacci es la siguiente: de una generación a otra, todos los jóvenes se vuelven adultos, todos los adultos se reproducen dando lugar a un nuevo joven y nadie muere. Hay un par de ecuaciones que codifican esta ley y me voy a permitir escribirlas:

$$N_a(t+1) = N_a(t) + N_j(t), \quad N_j(t+1) = N_a(t)$$

Resulta que sin importar con cuántos jóvenes o adultos se empiece, siempre que no sean cero los dos, la población de adultos y jóvenes crece de manera exponencial y al mismo ritmo, multiplicándose de una generación a la siguiente por un factor que se aproxima cada vez más a la fracción dorada que tanto gusta a los artistas.

En la gráfica vemos el crecimiento exponencial de las poblaciones de adultos (azul) y jóvenes (rojo). En la gráfica de abajo aparece la proporción adultos/jóvenes, que coincide con el ritmo exponencial de crecimiento, y como se ve, se acerca a la razón dorada 1.6180339887498...



En la introducción de su *Théorie Analytique des Probabilités*, Laplace formula su gran principio determinista, que dice:

Debemos concebir el estado actual del universo como el resultado de su estado anterior y como la causa del que le seguirá. Una inteligencia que, por un instante dado, conociera todas las fuerzas que animan a la naturaleza y la posición respectiva de los entes que la componen, si además fuera lo suficientemente vasta como para analizar estos datos, entonces podría abarcar en una misma fórmula los movimientos de todos los entes del universo, desde los cuerpos más grandes hasta los átomos más ligeros. Nada sería incierto para esta inteligencia y tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos.

Cosa curiosa que el principal postulado del determinismo aparezca en la introducción del primer gran tratado sobre indeterminismo. Esto se explica enseguida, ya que como el mismo Laplace afirma, esta vasta inteligencia quedará siempre infinitamente alejada de nosotros. De modo que se impone una formulación probabilista de los fenómenos. La asignación de probabilidades no es más que un resumen de nuestro conocimiento e ignorancia respecto a las fuerzas o leyes que rigen un sistema. Un ejemplo privilegiado de esto son los gases, que son modelados como procesos probabilísticos. Se considera que la teoría de las probabilidades nació con *el Ars conjectandi* de Jacques Bernoulli y el primer modelo molecular de un gas se lo debemos precisamente a Daniel Bernoulli, su sobrino.



■ Obtuvo el Diplôme d'Études Approfondies y el Doctorado en Ciencias (Modelización) en la l'Université d'Aix-Marseille, Francia. Es profesor investigador en el Instituto de Física de la UASLP y trabaja en el proyecto "Segregación difusiva en redes complejas".

Estos modelos describen un gas como una colección de muchas partículas que se mueven, no necesariamente al azar, mientras interactúan unas con otras. La teoría no se ocupa del movimiento preciso de cada partícula, más bien de las propiedades estadísticas del conjunto. Conviene entonces considerar al sistema como un probabilístico. La descripción completa pasa por la definición de una ley para el cambio de la distribución de probabilidades en el curso del tiempo. Este enfoque, que debemos a James Clerk Maxwell y a Ludwig Boltzmann, ha tenido un éxito inusitado y ha sido aplicado en una enorme diversidad de áreas. Dentro de este enfoque hay un modelo particular, que por su sencillez y riqueza fenomenológica, ha sido empleado casi en todos lados: en relación con materiales magnéticos, a secuencias de DNA, colectividades humanas, etcétera. Me refiero al modelo de Ising, que empieza como un fracaso para convertirse en un superéxito. Dicho modelo ha sido estudiado por su valor intrínseco y sus resultados generales permiten explicar las analogías que se observan entre fenómenos de muy diversa naturaleza.

No puedo evitar presentar, aunque sea por encimita, el modelo de Ising. La idea es representar un material como una colección de imanes acomodados en un arreglo periódico. Si el material es plano, podemos pensar en un tablero de ajedrez donde en cada cuadro hay un imán. La configuración del material está determinada por la magnetización de cada uno, que puede ser "polo norte para arriba" (que representamos con +1) o "polo norte para abajo" (que representamos con -1). El número de arreglos de "más unos" y "menos unos" crece de manera superexponencial con el tamaño del tablero, de modo que debemos renunciar a una descripción a escala microscópica del sistema. Lo que hacemos es asignar probabilidades a cada configuración y con ello calcular magnitudes promedio, como por ejemplo, la magnetización por unidad de volumen. La mecánica estadística contempla un protocolo para asignar probabilidades, atendiendo al nivel de ignorancia que tenemos del sistema. Cuando no sabemos absolutamente nada, asignamos la misma probabilidad a todas las configuraciones. Cuando conocemos la for-

ma en que interactúan los componentes del sistema, asignamos probabilidades en función de la interacción, de modo que una cierta cantidad que llamamos energía libre, sea mínima. Hay una buena introducción al modelo de Ising en *An introduction to the ising model* por Arthur Barry (Cipra, 1987) y un interesante estudio sobre su historia y relevancia que hizo en su tesis doctoral Martin Niss (Niss, 2005), titulada *Phenomena, models and understanding the Lenz-Ising model and critical phenomena 1920–1971*.

De lo poquito que he expuesto hasta aquí puede intuirse la compleja variedad de modelos matemáticos que el ingenio humano ha tenido que —o ha querido— desarrollar. En este texto quise resaltar los modelos estructurales que no sólo incluyen gráficas, sino también objetos geométricos continuos y estructuras fractales; los modelos de cambio a través del tiempo, entre los cuales contamos a los sistemas de ecuaciones diferenciales, y también a transformaciones discretas, autómatas finitos y una gran variedad de objetos matemáticos de naturaleza discreta y continua; por último, los modelos de cambio aleatorio, es decir, los procesos probabilísticos. No haré aquí un intento de tipología de modelos, eso requeriría otro texto similar a éste. Concluiré simplemente haciendo notar que los modelos surgen de la necesidad que tenemos de entender y predecir; los que incluyen la mayor cantidad de detalles sirven mejor para predecir, mientras que los que suelen ser muy escuetos pero susceptibles de un análisis riguroso sirven para pensar y entender los fenómenos. Los ingenieros y tecnólogos encuentran más útiles los modelos predictivos, mientras que los matemáticos prefieren los explicativos. ☞

Bibliografía:

- Cipra, Barry A. (1987) An introduction to the Ising model, *American Mathematical Monthly* 94, pp. 937-959.
- Niss, Martin (2005) *Phenomena, models and understanding the Lenz-Ising model and critical phenomena 1920–1971*, Doctoral Thesis, University of Roskilde, Denmark.
- Ugalde, Edgardo (2012) Los sistemas dinámicos, *Universitarios Potosinos* 155, pp. 20-25.
- Watts, Duncan J. and Strogatz, Steven H. (1998) Collective dynamics of 'small-world' networks, *Nature* 393, pp. 440-442.

Factores para la discusión del suicidio

SERGIO GALÁN CUEVAS

sergio.galan@uaslp.mx

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

JAZMÍN MANZANO DELGADO

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Recibido: 12/06/2016

Aceptado: 12/08/2016

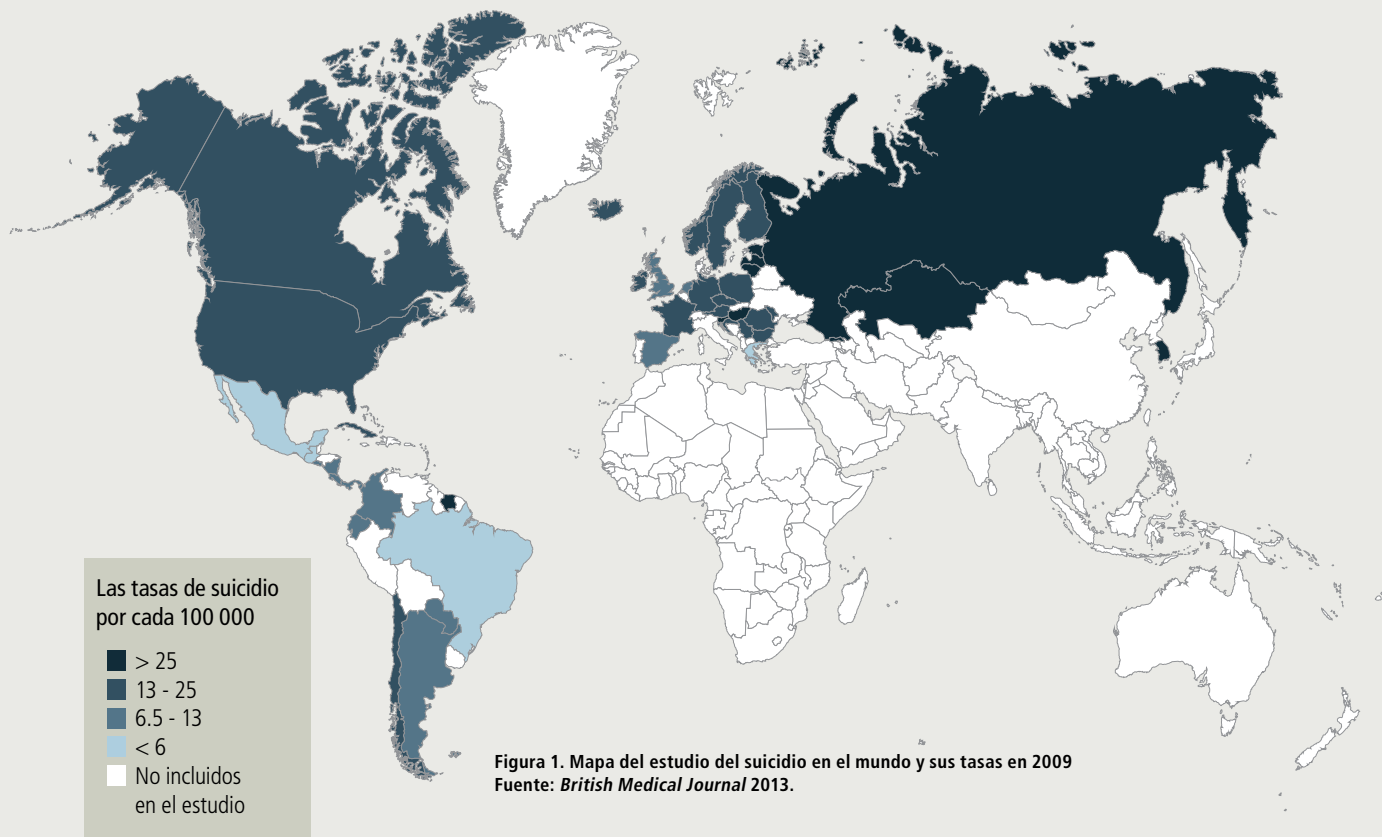
Palabras clave: Ideación suicida, suicidio, prevención del suicidio.

El acto suicida es un suceso que acompaña al hombre desde tiempos inmemoriales, aunque en la medida que hemos evolucionado, sus matices se han transformado y en las diferentes culturas tiene un valor distinto, desde aquellas en que es motivo de orgullo hasta en las que es un tema tabú.

Al ser una afectación a la salud, paulatinamente se ha convertido en un problema creciente en la sociedad actual, pues se presenta en todo el mundo aunque de manera diferente en cada país. Al comparar las tasas de suicidios consumados, se observa que en algunos el fenómeno es muy escaso o no se tienen datos y en otros es muy alto; México ocupa un lugar medio, pero seguramente nadie estaría orgulloso si se escalaran posiciones.

Hasta hace algunas décadas, se observaba que las personas de la tercera edad eran quienes más se quitaban la vida, y podíamos hablar de la cotidianidad que tenía esta condición, sobre todo ante la presencia de enfermedades crónicas o terminales y se atribuía esta decisión a la pérdida de facultades mentales. Sin embargo, hoy en día este fenómeno se observa en todas las etapas de la vida, con excepción de menores de seis años de edad.

Imagen: <http://cdn.impremedia.com>



¿Qué es el suicidio?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera el suicidio como un problema de salud pública, ya que en 2014 cada 40 segundos alguna persona se suicidó en el mundo, pero además, cientos de miles lo intentaron. Ninguna guerra en ese año produjo tal cantidad de decesos. Por tales razones, diversos autores afirman que no hay excepción de cultura, geografía, religión o posición económica para que el fenómeno se presente, como consecuencia se tiene que analizar y tratar con una visión multidisciplinaria. Por este motivo, la OMS ha propuesto que los países adscritos ajusten sus políticas de salud mental para reducir en 2020 al menos 10 por ciento los índices de este preocupante problema de salud.

El suicidio es considerado un “fenómeno multifactorial, clasificándose según la OMS (2012) como muerte por lesiones autoinfligidas”, este fenómeno sigue un curso más o menos definido, el cual comienza por una primera etapa denominada “ideación”, que se define como “aquellos pensamien-

tos intrusivos y repetitivos sobre la muerte autoinfligida, sobre las formas deseadas de morir y sobre los objetos, circunstancias y condiciones en que se propone morir”; la segunda etapa es la planeación, en la que se crean diversas estrategias para quitarse la vida, se toman en cuenta la forma, momento y fecha, entre otros; seguido de una última etapa de ejecución, que en algunos casos consta de uno o varios intentos, lo que consiste en llevar a cabo el plan mencionado para cesar con la vida, en el cual se puede tener éxito o no (Hernández-Cervantes y Gómez Maqueo, 2006).

Para que el suicidio se efectúe intervienen múltiples factores de orden biológico que influyen en conjunto con los psicológicos, pues se ha encontrado relación entre los efectos de la serotonina (neurotransmisor asociado con la impulsividad y la conducta agresiva) y los intentos de suicidio; también los cambios hormonales que el estrés causa a partir de niveles altos de cortisol en relación con la ideación y el intento suicida; para el aspecto psicológico se han estudia-

do desórdenes como depresión, indefensión aprendida, hostilidad, perturbación, construcción mental, baja tolerancia a la frustración, ansiedad, efectos de las relaciones interpersonales de los sujetos, entre otros; en el aspecto social se han correlacionado factores como la pérdida de la riqueza, la pobreza y sus efectos en la toma de decisiones, el encarcelamiento y los efectos que tiene en la construcción social del sujeto, el abandono de personas significativas o el aislamiento, entre otros.

De manera particular se han estudiado características de sucesos que impactan de manera muy significativa, como el abandono infantil, violencia sexual en edades tempranas, o violencia física y verbal, que al presentarse de manera crónica, contribuyen a la toma de decisiones para quitarse la vida.

Magnitud del problema

Comparar la presencia de este fenómeno en el mundo o en nuestro país, nos lleva a tomar decisiones para enfrentar retos

importantes. Como puede observarse en el siguiente cuadro, estamos por debajo de la tasa mundial o la de América, pero en nuestro país, en el estado de San Luis Potosí este fenómeno prevalece de manera muy consistente, por encima del promedio, y eso es preocupante.

Cuadro 1. Tasas de suicidio	
Mundial	11.4 de cada 100 000
América	7.3 de cada 100 000
México	4.9 de cada 100 000
San Luis Potosí	6.1 de cada 100 000

Fuente: OPS, 20.

Toda una disciplina para la atención del suicidio: La suicidología

A mediados de la década de 1950, Edwin Shneidman construyó una estructura teórica de este fenómeno que denominó 'suicidología'; él vio el suicidio como una crisis psicológica y lo llamó "dolor psicológico" con la intención de llevar el hecho suicida a la comprensión popular, y de este modo facilitar su detección y prevención. Desde sus primeros trabajos como suicidólogo, Shneidman realizó con su equipo estudios que contradecían algunas creencias ampliamente difundidas en las propuestas para la atención del suicidio. Por ejemplo, desde hacía décadas se pensaba que sólo los enfermos mentales se quitaban la vida, sin embargo, sus estudios mostraron que sólo 15 por ciento de los suicidas eran psicóticos. Consideró que más que una enfermedad mental, el fuerte dolor psicológico resultaba ser el común denominador del comportamiento suicida. En sus propias palabras: "El suicidio es: el acto consciente de autoaniquilación, que se entiende como un malestar pluridimensional en un individuo que percibe este acto como la mejor solución" (Chávez-Hernández y Leenaars, 2010).

El suicidio en la adolescencia

Cualquier sujeto, además de pertenecer al reino animal, tiene una segunda naturale-

za: la social, por lo que su entorno permea su desarrollo y crecimiento; este aspecto de su vida actúa como factor protector cuando se dan las condiciones apropiadas para que el sujeto se desarrolle, sin embargo, el mismo entorno puede ser un factor de riesgo cuando lo deja desprovisto de las condiciones adecuadas para lograrlo.

Analizar los factores de riesgo para tomar una decisión de este tipo implica tomar acciones para su posible disminución o cancelación. Por ello es nuestro propósito estudiar la presencia de este fenómeno en función de la etapa de la vida que está atravesando una persona y observar su frecuencia de presentación. Dado que la adolescencia es una de las etapas más complicadas pero también una donde se puede incidir para construir nuevas estrategias y enfrentar este problema, la hemos priorizado.

La filosofía occidental ha llegado a proponer que "la vida está llena de sufrimiento", por ello algunos los adolescentes se enfrentan día con día a esta máxima, la etapa por la que atraviesan es el primer encuentro con los infortunios de la vida de forma consciente. Lamentablemente, no se les proporcionan herramientas suficientes y funcionales para afrontar las situaciones complejas que tanto les atormentan. Uno de los objetivos es que aprendan que todo sufrimiento es pasajero al igual que una tormenta o una enfermedad, bien se dice que: "no hay mal que dure cien años ni cuerpo que lo resista", pero los adolescentes de nuestros días han aprendido de forma literal la frase, haciendo alusión a la no resistencia del cuerpo, en vez de buscar soluciones adecuadas.

Cuando estamos conscientes de un apuro, la prisa por resolverlo se agudiza y nos lleva a tomar decisiones casi inmediatas, para darle una pronta respuesta de acuerdo con la urgencia y que, puede

asegurarse, tendrá un valor no definido; la complicación crece cuando los adolescentes se encaminan a entrar en un mundo de adultos, en el que se encuentran acompañados la mayor parte de su tiempo sólo por medios de comunicación masiva que les exigen figuras e imágenes utópicas que no pueden cumplir por las condiciones económicas, sociales y familiares en que viven.

Cuando solicitan a sus padres cumplir las expectativas que la televisión e internet les plantean como las óptimas para ser felices, —felicidad que, cabe mencionar, es falsa y puramente una artimaña mercadotécnica— los padres podrían elegir alguno de estos caminos: 1) comprar momentos de alegría con obsequios materiales a cambio de la compañía que no brindan a los adolescentes en los momentos más complicados o decisivos que marcarán sus vidas o 2) reprimir las solicitudes y formas de expresión de los menores sin una explicación formal a costa de la tranquilidad de ambos, lo que propicia un ambiente áspero y de conflicto, el cual crea un círculo vicioso en el que las represiones a los adolescentes generan mayor rebeldía y, a su vez, la rebeldía de los hijos promueve mayor represión con lo que se establece un profundo sentimiento de soledad e incompreensión en ellos.

Al estar expuestos a modelos parentales disfuncionales o poco efectivos, los adolescentes buscan una orientación a las complicaciones vitales que se les presentan, como el inicio de su vida sexual, exposición a la distribución de narcóticos, reclutamiento en grupos delictivos que les brindan dinero fácil, entre otros; de este modo se enfrentan a la toma de decisiones que marcarán su vida y a la vez son vulnerables por la poca capacidad de afrontamiento. Esta combinación de múltiples factores da como resultado confusión y sentimientos de soledad e incompreensión



■ Obtuvo el grado de doctor en psicología por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Psicología de la UNAM. Es profesor investigador en la Facultad de Psicología de la UASLP y cuenta con más de 10 artículos y tres libros publicados.

incrementados, y los lleva a conductas de riesgo, entre ellas, autolesionarse, que precede las conductas suicidas.

Acciones en cuanto al suicidio

Los intentos de suicidio ocasionan daños materiales y morales, tanto para la persona que los realiza como para los sujetos que la rodean; por ello es necesario aplicar con urgencia medidas terapéuticas calificadas, pues es sabido que el intento suicida, incluso desde la etapa de ideación, tiene complicaciones con trastornos agudos o crónicos graves que disminuyen la funcionalidad social del sujeto, las cuales dejan, además de secuelas anatómicas o fisiológicas, problemas psicológicos, educacionales y familiares.

Uno de los problemas más difíciles en la práctica clínica es la predicción del riesgo y la prevención del suicidio en niños y adolescentes; en la actualidad, se necesita encontrar métodos adecuados para identificar el riesgo a través de conocer el grado de ideación suicida, identificando los predictores no sólo psicológicos, sino también los de orden biológico, para evitar un número importante de casos fatales. Es por ello imprescindible crear instrumentos de medición de la ideación suicida para identificar el riesgo en que se pueden encontrar las personas, con las condiciones de nuestro país o del estado.

Discusión

En la actualidad, el suicidio afecta a la sociedad de forma cada vez más alarmante, la población en nuestro estado se encuentra vulnerable a dicha causa de muerte, y año con año incrementa la proporción de suicidios consumados, tal y como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Prevalencia de suicidios en México y San Luis Potosí.				
Año	San Luis Potosí		México	
	Defunciones	Tasa	Defunciones	Tasa
2005	106	4.28	4 314	4.03
2006	130	5.20	4 277	3.95
2007	120	4.75	4 395	4.00
2008	139	5.44	4 681	4.21
2009	155	5.99	5 190	4.60
2010	164	6.27	5 012	4.39
2011	159	6.01	5 718	4.94
2012	158	5.91	5 550	4.74
2013	157	5.81	5 909	4.99
2014	173	6.34	6 337	5.29
2015	153	5.56	---	0.00


Fuente: Secretaría de Salud de SLP, 2016.

Al ser un fenómeno de salud pública, corresponde a ciudadanos, servicios de salud y profesionales adscritos a esta área, poner atención plena a las aportaciones científicas y trabajos relacionados al conocimiento y tratamiento de éste, para adquirir las habilidades que nos permitan evitar más pérdidas de integrantes valiosos de la sociedad.

No podemos ser insensibles a esta situación, se requiere profundizar en las causas que la provocan para solucionar el problema, se necesitan profesionales que atiendan a los niños, adolescentes, adultos y adultos mayores que toman estas decisiones.

En San Luis Potosí hay aproximadamente dos millones y medio de habitantes (Inegi, 2011) de acuerdo con el cuadro anterior, en los últimos años ha habido poco más de 150 casos de suicidio consumado en el estado, la OMS (2012) ha estimado que por cada caso hay 20 personas que lo intentan y por cada una de ellas hay otras 20 que lo consideran como una opción sin haberlo intentado, lo cual significa que te-

nenos alrededor de 60000 personas en San Luis Potosí que viven una condición de ideación suicida en diferente grado.

En conclusión, las acciones de investigación que se realizan en nuestra universidad, están encaminadas a tener un instrumento de medición de la ideación suicida, el cual ha mostrado un nivel de confiabilidad aceptable y está en proceso de ser validado en estudiantes de secundaria, una vez cubierto este paso, el propósito es diseñar estrategias para su contención, con la intervención de profesionales nacionales e internacionales dedicados al estudio de este fenómeno en sus diferentes manifestaciones. 

Bibliografía:

Chávez-Hernández A. M y Leenaars A. (2010). Edwin S. Shneidman y la suicidología moderna. *Salud Mental*. 33 (49), pp. 355-360.

Hernández-Cervantes, Q., & Gómez-Maqueo, E. (2006). Evaluación del riesgo suicida y estrés asociado en adolescentes estudiantes mexicanos. *Revista Mexicana de Psicología*, 23 (1), 45-52.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011). *Estadística de suicidios de los Estados Unidos Mexicanos*. México: Inegi.

World Health Organization. (2012). *Public health action for the prevention of suicide: a framework*. Geneva, Switzerland: WHO.

Las estructuras fractales en las fibras musculares

ERIKA ELIZABETH RODRÍGUEZ TORRES

erikart@uach.edu.mx

VALERIA GARCÍA MUÑOZ

JORGE VIVEROS ROGEL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Recibido: 05/11/2016 Aceptado: 21/08/2016

Palabras clave: Fractales, fibras musculares, patrones, geometría fractal y geometría Euclidiana.

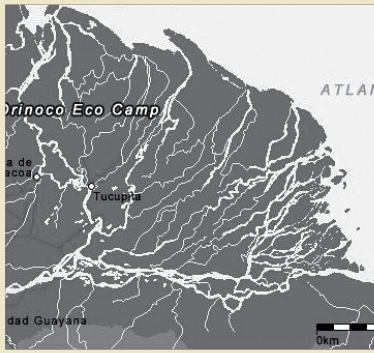
Posiblemente, estimado lector, te has dado cuenta de que la naturaleza mantiene un orden, el cual se presenta en todos los niveles desde los microscópicos (atómico o molecular) hasta los macroscópicos (planetario o estelar). Una manera de ver cómo se manifiesta dicho orden en la naturaleza es la presencia de patrones semejantes (analogías), ya sea en formas o estructuras más simples o complicadas de los eventos o procesos que ocurren dentro de los seres vivos o en los objetos inanimados (figura 1).

Los seres vivos (desde una microscópica célula hasta una comunidad de individuos, un órgano corporal, una jauría de lobos o un bosque) tienen como característica común el mantenimiento de un orden u organización interna, de tal manera que sus características se preservan, en individuos o comunidades, para conservar la esencia de su integridad física, esto es, la vida.

En las células de cualquier animal o planta se lleva a cabo una inmensa cantidad de reacciones químicas de carácter enzimático, las cuales en su conjunto podrían conformar vías metabólicas (por ejemplo, síntesis de compuestos ricos en energía como el ATP), anabólicas (síntesis de proteínas) o catabólicas (degradación de compuestos de desecho). Para que tales vías bioquímicas funcionen de manera apropiada, las células deben

Imagen: <http://i.nutpost.com>

Figura 1.



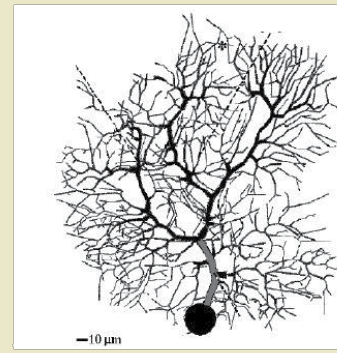
Delta de un río.



Rayos de una tormenta.



Ramas de un árbol.



Dendritas de una neurona.

contar con los elementos necesarios para que todos los componentes de la maquinaria sintética, metabólica y catabólica funcionen eficientemente, por ejemplo, se deben tener en tiempo y forma todas las moléculas y compuestos que se utilizan como sustratos para todas las reacciones enzimáticas que se llevan a cabo en las células. Por lo cual, éstas deben tener una compleja organización estructural y temporal para mantener su orden interno (figura 2).

Es necesario señalar que los seres vivos mantienen su orden interno —lo que conocemos como homeostasis— a costa de incrementar el desorden o caos en su medio ambiente cercano, cosa que no hacen los objetos inani-

mados, es decir, aquellos que no tienen vida. De manera similar, se podría hablar del orden y la organización de los conjuntos de células que conforman cada uno de los tejidos, sistemas y órganos corporales de los seres vivos, o ir más allá, de cómo se conforman y funcionan las comunidades de individuos, ya sea de plantas, animales o humanos. Si pensamos que de manera natural, los seres vivos intentan mantener ese orden, una alteración del mismo podría conducir a una catástrofe (incremento del desorden). Un terremoto o la extinción de una especie animal o vegetal se presentaría como un cambio en la organización de la región geográfica o del ecosistema en donde ocurra tal evento, lo que traería graves consecuencias a todas las comunidades de especies ve-

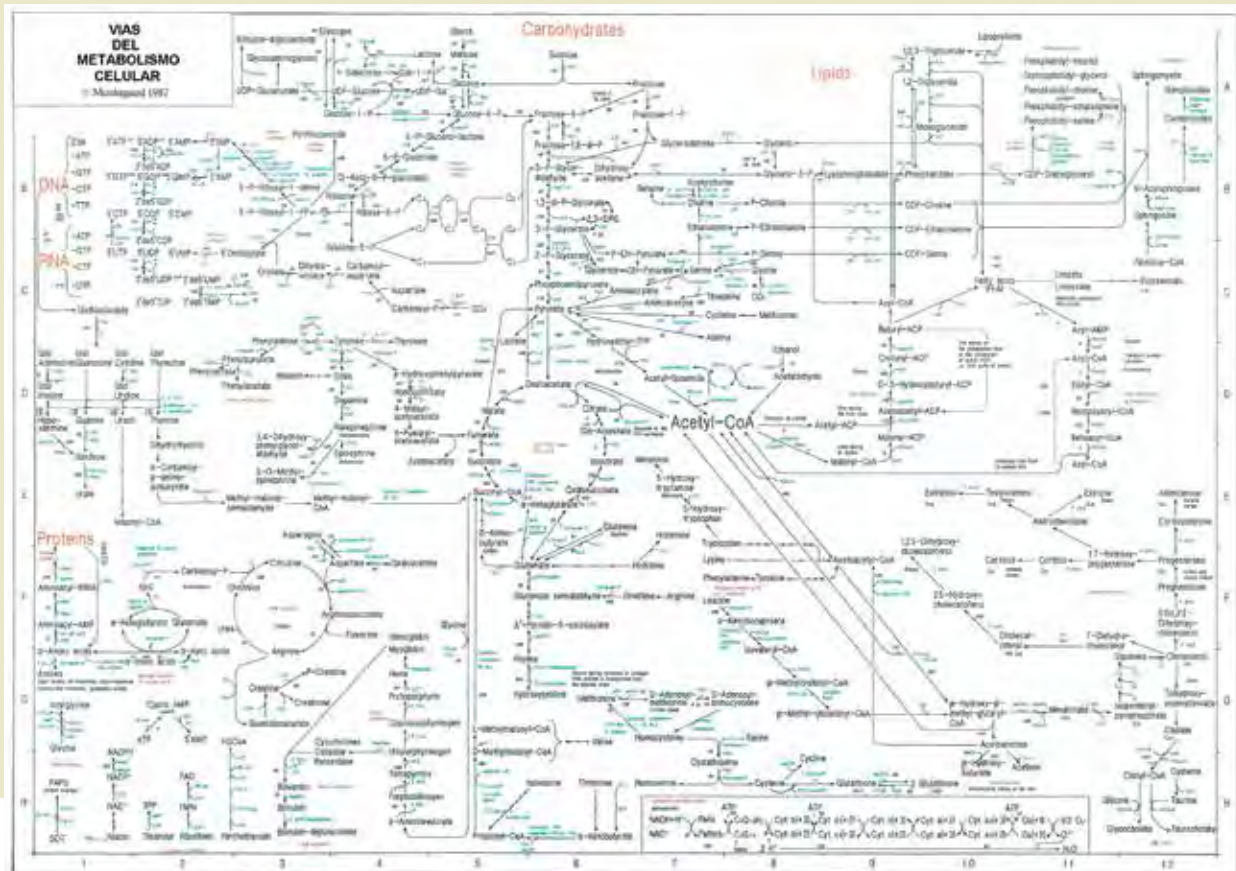


Figura 2.

getales, animales o humanas que cohabitan en dicha región. Otro ejemplo es cuando un individuo sufre un cambio en su orden interno y se enferma.

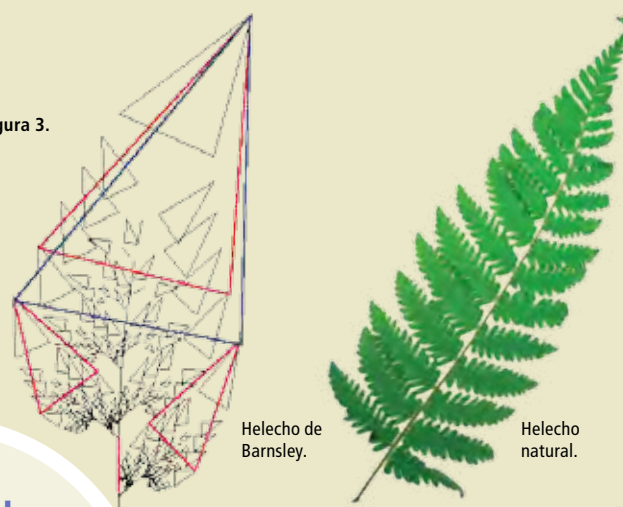
Ahora bien, ¿se puede medir el orden o la organización en los seres vivos?, la respuesta es ¡sí!, para lograrlo hacemos uso de herramientas matemáticas basadas en la geometría, que en la actualidad se utilizan más de lo que imaginamos.

Desde antes de tener un nombre formal, la geometría ha sido parte fundamental de la humanidad, solo basta ver una pirámide o descifrar algunos de los jeroglíficos para percatarse de su utilidad. Sin embargo, en esa época no tuvo un soporte conceptual suficiente, hasta que Euclides —el llamado padre de la geometría— se encargó de darle el reconocimiento que merecía.

La geometría hizo hincapié en el estudio de una enorme cantidad de figuras geométricas y diversas ecuaciones matemáticas que las acompañaban, aunque no todas eran de utilidad para analizar las características de figuras irregulares, como el área o el volumen. Ante esta situación, algunos matemáticos como Georg Cantor (1845-1918), Giuseppe Peano (1858-1932), Helge Von Koch (1870-1924), Felix Hausdorff (1868-1942) y Benoit Mandelbrot (1982-1997), comenzaron a observar de manera detallada las formas de los objetos que se presentaban a su alrededor; notaron que, en efecto, la geometría euclidiana no era suficiente para lo que ellos querían conocer. Es decir, no sólo era inapropiada para medir figuras irregulares, sino también para caracterizar la naturaleza, por ejemplo, un rayo.

Por un tiempo se creyó que, por su organización y estructura, la naturaleza sería enemiga de las matemáticas, pero no fue así, Mandelbrot propuso una nueva geometría adaptada a lo que se observaba, por lo general en la naturaleza, la denominada 'geometría fractal', también conocida como 'geometría de la naturaleza'. Consiste básicamente en la autorreplicación a diferentes escalas

Figura 3.



Los músculos de los animales están compuestos por fibras lentas, rápidas e intermedias

de un objeto geométrico, cuya estructura básica es fragmentada o irregular y además proporciona un modelo matemático que después de ser computarizado se asemeja a una forma de la naturaleza, por ejemplo el helecho de Barnsley (figura 3).

Ya descubierta la geometría fractal, la cual permitía acercarse más a una forma de la naturaleza, hacía falta un modo de medirla. Con el tiempo los estudios para resolver este problema generaron más de uno. Dentro de ellos encontramos las dimensiones de Hausdorff y la de auto-similitud. Así como otros métodos que permiten saber si una estructura tiene un comportamiento ordenado (fractal) o está organizada al azar (tiende al caos). Uno de esos métodos es el de correlación integral, que parece ser bastante amigable, y lo es, pero después de esto se deriva una pregunta muy popular: ¿para qué sirve?, ya se ha dicho que se utiliza para analizar formas de la naturaleza, sí, y los seres vivos ¡somos parte de ella! por eso nos sirve. También puede emplearse para establecer el grado de orden u organización que presentan los seres vivos e incluso las estructuras que los conforman.

Un ejemplo de la aplicación de estos métodos es el que estamos desarrollando en nuestro grupo de trabajo conformado por los doctores Erika Elizabeth Rodríguez Torres, Benjamín Alfonso Itzá Ortiz y Jorge Viveros Rogel de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y los doctores Kenia López García e Ismael Jiménez Estrada del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, que trabaja con fondos

■ Doctora en Ciencias en la especialidad de Fisiología Celular y Molecular que otorga el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav del IPN. Actualmente es investigadora en el Centro de Investigación en Matemáticas en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y trabaja en el proyecto "Análisis y detección del deterioro cognitivo en adultos mayores Hidalguenses".



Músculo de pata de rata.

Figura 4.

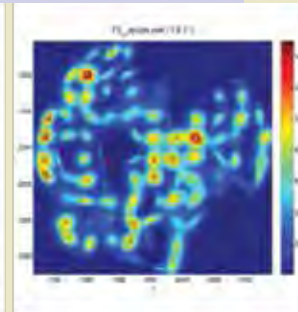


Corte histológico del músculo EDL.

Figura 5.



Localización de las fibras rápidas.



Mapa de densidad de las fibras rápidas.

públicos citados en la sección de agradecimientos, el cual consiste en establecer si los músculos esqueléticos —los que nos ayudan a movernos, brincar, correr o incluso a ponernos de pie— mantienen un orden estructural y funcional, y si tal orden es afectado por distintas condiciones fisiológicas y/o patológicas, como lesiones.

En general, los músculos de los animales están constituidos por un conjunto de células denominadas fibras musculares, que de acuerdo con sus características estructurales, metabólicas y funcionales se clasifican en lentas, rápidas o intermedias. Todos los músculos presentan los tres tipos de fibras. En caso de que uno tenga un mayor número de fibras lentas e intermedias se considera que es lento; por ejemplo, los músculos que extienden las articulaciones o antigravitatorios —los cuales permiten que nos mantengamos de pie—, mientras que los que presentan un mayor número de fibras rápidas e intermedias serían los músculos rápidos; por ejemplo, los que flexionan las articulaciones cuando hacemos ejercicio.

En la actualidad se desconoce si la distribución de los distintos tipos de fibras en los músculos mantiene una estructura fractal (orden) o bien, si se encuentra organizada de manera aleatoria. Para comprobar lo anterior, escogimos un músculo de la pata de la rata (extensor largo de los dedos o EDL) y mediante una técnica histoquímica (ATP asa básica) identificamos los tipos de fibras y determinamos su localización dentro del corte histológico (figura 4).

Una vez obtenidos los datos correspondientes a cada una de las fibras musculares, se observó que éstas siguen una distribución particular; a primera vista parecía que estaban situadas al azar, pero al analizarlas con cuidado pudimos establecer que había regiones del músculo en donde se presentaban con mayor densidad, lo que nos dio una pista de que podrían presentar cierto orden en su organización (Figura 5).

Al analizar los datos con ayuda de un programa de cómputo (Fractalyse®), se mostró que los distintos tipos de fibras musculares presentaban una estructura fractal, es decir, no tenían una posición al azar, sino más bien seguían un patrón, ¡como toda estructura viva!

Ahora sabemos que las fibras que componen nuestros músculos presentan una organización fractal, pero nos falta determinar qué pasaría con nuestros músculos si dicha estructura cambia por una lesión. ¿Será que podemos presentar una patología o una lesión pasajera? ¿habrá tratamientos que permitan recuperarnos? O si los cambios serán permanentes y nos impedirán realizar movimientos a los que estamos acostumbramos. Estamos analizando los resultados obtenidos hasta ahora y seguimos en el proceso de investigación, por lo que en un futuro cercano, esperamos poder responder las preguntas anteriores. ☺

Agradecimientos: Donativo Promep-1006 y Premio Sofia Kovalévskaya de la Sociedad Matemática Mexicana otorgados a ERT.



¿Cómo llegó a San Luis la vacuna contra la viruela?

ENRIQUE DELGADO LÓPEZ

enrique.delgado@uaslp.mx

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Recibido: 07/02/2016

Aceptado: 01/09/2016

Palabras clave: Vacuno, Juntas de Sanidad, pus vacuno, viruela y viruloso.

Las juntas de sanidad nacieron como respuesta de la sociedad a los embates epidemiológicos que padecieron las antiguas ciudades medievales. Este principio fue retomado por las ciudades españolas y americanas de los siglos XVIII y XIX ante la carencia de una política que coordinara acciones para enfrentar contingencias epidemiológicas.

La Junta de Sanidad de San Luis Potosí funcionó durante la primera mitad del siglo XIX bajo los mismos parámetros que las europeas. Sus integrantes representaron a la jerarquía social, como autoridades civiles, eclesiásticas y destacados facultativos de la comunidad en el ámbito de la medicina y la farmacia.

Participaron en discusiones sobre las acciones que deberían ponerse en práctica tanto para la prevención y ataque de epidemias, como para la definición de políticas en la higiene pública.

La Junta de Sanidad en San Luis Potosí

Con el logro de la independencia de Nueva España pero con proyecto de una república federal, cada entidad pretendió crear sus propios consejos o juntas de sanidad para ocuparse de la salubridad local y determinar medidas necesarias al momento de una contingencia. Las juntas de sanidad eran entonces exclusivas de cada comunidad y actuaban de acuerdo con sus necesidades y requerimientos.

En lo que respecta a San Luis Potosí, se tiene evidencia documental en el Archivo Histórico en el Estado, Fondo Ayuntamiento, Legajo 1820-1823, de que en 1822 ya sesionaba la Junta de Sanidad. En las respectivas actas se consigna el nombre de las personas que, por alguna u otra circunstancia, terminarían involucradas directamente ante la presencia eventual de una enfermedad. Como lo dictaban los respectivos reglamentos, las reuniones se habrían de llevar a cabo en la Sala Capitular del Ayuntamiento y aquella junta la conformaron ilustres potosinos que hicieron frente a los terribles flagelos que constantemente asolaban la ciudad. Entre tales nombres destacan el de Pedro de Imaz, don Tomás Vargas (párroco), don Martín Muriel (regidor), el facultativo en medicina don Ignacio Ortiz y el vecino don Juan Gutiérrez Castillo.

Una de las enfermedades que más estragos causó en las primeras décadas del siglo XIX fue la viruela, contra la cual se luchaba para que no apareciera en los barrios de léperos que siempre circundaban las metrópolis. En una de las tantas sesiones de la junta, celebrada en los primeros años de vida de un joven y desorganizado país independiente, se trató el tema de la vacuna contra ese flagelo y las formas en las cuales se habría de traer a San Luis Potosí. En aquella sesión del 9 de agosto de 1823, acordaron encargarla, informándose previamente del lugar “donde la haya para que vaya un niño a traerla en el brazo”.

No sólo el problema era traerla, sino conservarla. En este contexto, en las actas de la Junta conservadas en el Archivo Histórico (Fondo Ayuntamiento, Legajo 1820-1823) hay evidencia de que se discutían los medios adoptados para la preservación del fluido vacuno, y se acordó que “en el cuartel a donde deban venir los niños se fijen ‘rotulones’ con el aviso del día en el que deba suministrarse la vacuna”, así como la manera de proceder para “que se haga la primera vacunación pública”, instruyendo “al señor cura párroco para que en el púlpito haga entender al pueblo [su] utilidad”. La junta concluyó con el acuerdo de que asistirían a esa ronda los facultativos en medicina.

Un año más tarde, a la ronda de la Junta de Sanidad asistieron el cura párroco don Francisco Justo García, los facultativos Francisco Regatto y Pablo Cuadriello,

Francisco Condelle, Francisco García, Ignacio Astequi y el secretario del ayuntamiento, José Eusebio Salazar. El presidente de la Junta y a la vez alcalde de San Luis Potosí, Rafael del Castillo, dejó constar en acta “el elevado costo” para tener de nuevo el “precioso pus vacuno que la providencia ha destinado para la extinción del humor viruloso”, no sin destacar que se “tomará empeño en meditar el medio más fácil y seguro para propagarlo y conservarlo”.

El alcalde pidió al gobernador de este estado que “los pueblos suburbios inmediatos a esta capital manden cada día de vacuna un niño para que la reciba y éste con otro, se presenten en la semana siguiente para que, o se le vacune de nuevo o con su pus se vacunen a otros”, estando esta acción al cuidado del facultativo Regatto. Por las fechas de las juntas, es evidente que las contingencias se presentaban de manera intempestiva, existían temporadas en que no había preocupación por enfrentar enfermedad alguna, pero al momento de la presencia epidémica, de inmediato se tomaban medidas drásticas para resolver los estragos.

En julio de 1826, consta en las actas del mismo legajo la presencia del “contagio de viruelas”. En el documento aparecen los nombres de don Francisco de Paula Cabrera, alcalde en turno; don Juan Francisco Aguiar, cura párroco; los regidores don Francisco Farfán y don José Ignacio Eguía; los facultativos don José María Alemán y don Pascual de Aranda y el vecino don Juan Zalabardo.

En esta sesión se atendió la necesidad de hacer frente a tal contingencia y el punto más importante era solucionar la carencia de la vacuna —el llamado “pus vacuno”—, puesto que no había en San Luis Potosí. Hay que recordar que en esta época existían dos métodos para trasladarlo; uno de ellos utilizaba el pus fresco o remitido a distancia entre dos cristales pero cuando el producto llegaba, los virus podrían ya ser inviables y, por tanto, infectivos (Fuentes, 2013); el otro método era por inoculación, que consistía en transmitir la vacuna de un organismo a otro. Se debe el honor al doctor Francisco Xavier Balmis encabezar aquella célebre expedición científica de 1803 que trasladó a varios niños de la Casa de Expósitos de

La Coruña al continente americano (Belkys *et. al.*; 2005), quienes en sus brazos trajeron e introdujeron a la entonces Nueva España el preciado pus para el combate a la viruela.

Regresando al caso que nos ocupa, desafortunadamente el pus vacuno no estaba en San Luis Potosí, por lo que había que traerlo de otras ciudades por alguno de los dos métodos. En la sesión de la Junta de Sanidad de julio de 1826, el médico José María Alemán “avisó estar impuesto que algunos particulares trataban de reunirse para hacer el costo de uno o dos niños que fueran llevados a Querétaro” por el preciado pus, agregando que “lo ha puesto varias veces traído en vidrios de México y Querétaro, pero que habiendo sido práctica constante esta para trasladarlo de un lugar a otro”, no ha logrado “que prenda”. Por su parte, don Pascual de Aranda expuso su hipótesis sobre el particular, asegurando que “hace bastante tiempo que no se logra la propagación del fluido vacuno [traído] en vidrios” por lo que “cree que ha degenerado ya de su mérito intrínseco” y consideró como único recurso el de “mandarse unos niños a traerlo a donde lo hubiere” (AHESLPP.AA, 1820-1823. No. 11, 1822). es decir, por el método de inoculación. Propuso mandar a dos niños a Querétaro, “con algunos ligeros refrescantes y que la viajata la hagan en coche para evitar tanto el maltrato del sol cuanto el roce que equitando podrían tener”. Ante la inminente decisión, el facultativo alemán creyó importante que “el pus vacuno que se ponga en los niños citados, sea de buenos granos, que estén en su punto” y que los pequeños elegidos para tal tarea fueran robustos y sanos, y que el facultativo de la ciudad que tiene a su encargo la conservación de la vacuna los acompañara.

Acorde con las fechas de las actas, las reuniones de la Junta de Sanidad fueron constantes en cumplimiento con la constitución que las regulaba. A la carencia del pus vacuno, se agregaba al orden en las reuniones el conocimiento de la presencia de las fiebres,

buscando con ahínco no sólo su solución médica, sino también ambiental, ejemplo de ello es la reunión celebrada en septiembre de 1823 en la que se trataron “los progresos que va teniendo la fiebre y el remedio que pueda ponerse para impedirlo”; desafortunadamente no se dejó más constancia sobre el tipo de enfermedad que se trataba.

En un afán por explicar y solucionar el problema epidémico, los asistentes exponían sus ideas sobre el origen de los males, y quedó el registro de los debates entre los facultativos, conscientes de que la higiene y las apropiadas condiciones del terreno prevenían su proliferación. En ese tenor se expuso en la sesión del 9 de octubre de 1823 que:

el motivo de la epidemia que hay en la ciudad es seguramente [por] el mal terreno escogido para el camposanto, pues como no tiene tierra propia sino tepetate se abre aquella y escalan por ahí mismas pútridos que son bien nocivos, por lo cual debe tratarse de mudar el camposanto a otro lugar y que ya introducida la peste se necesitan unos lazaretos para recoger a los enfermos...

En la sesión del 14 de noviembre se discutieron las causas de las fiebres, estaban presentes Juan Francisco Pataguiar (presidente); el cura párroco don José Antonio de la Lama y los ciudadanos don Ignacio Ortiz, don Pascual Aranda, Martín Muriel, Blas Azpilenera y Juan Gutiérrez del Castillo. En busca del origen de tales fiebres, se razonó sobre los fangos en tanto “motivo para que la peste de fiebres haya hecho progresos”; a la vez que otra de sus causas la relacionaron con la hediondez de los sepulcros y de las propias aguas retesas. El párroco José Antonio de la Lama refirió que el ahonde de los sepulcros, no puede ser más profundo “por ser de tepetate el terreno y por esto mismo aun- que en algunas partes llegan a tener hasta dos varas de tierra, hay algunas en donde no se puede ni llegar a la vara y medio debido al tepetate”.

Una de las enfermedades que más estragos causó en las primeras décadas del siglo XIX fue la viruela



ENRIQUE DELGADO LÓPEZ

■ Es doctor en historia de México, por la UNAM. Sus líneas de investigación son la historia de la cartografía, geografía histórica; actualmente realiza investigación sobre historia sanitaria en San Luis Potosí. Es profesor investigador de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la UASLP, adscrito a la Licenciatura en Historia.

Por su parte, Pascual Aranda sostuvo que las fiebres no se debían a los efectos del agua que estaba en las calles, ni de los fangos o aguas retesas, como tampoco del poco ahondo de las sepulturas, sino a la constitución reinante propagada “en los infelices, por la clase de alimentos que los nutre y por la poca ventilación que tienen sus miserables casas”.

Finalmente se concluyó que en esas condiciones no se podía hablar de una epidemia propiamente dicha, el facultativo Aranda explicó que esa supuesta epidemia eran “fiebres estacionales de la condición reinante, que hacen progresos más o menos según la indigencia de los que son acometidos de ellas”. Pero el asunto del cementerio no quedó sellado y por tal motivo se convino crear una comisión “compuesta de un miembro de la excelentísima diputación provincial, el procurador síndico del Ayuntamiento y dos o tres individuos de esta Junta” con el fin de que hiciera una visita al campo santo, con el antecedente de que el bachiller en medicina don José María Gómez quien “halló no tener defecto que ponerle y antes bien dijo que estaba muy bueno”; ante esta disyuntiva se acordó girar oficio “a la excelentísima diputación provincial manifestándole lo acordado por esta Junta en cuanto a la visita del camposanto” y manifestar también “se sirva determinar si le pareciese conveniente así el aumento de tierra en el campo santo, como la limpia de calles y dar a estas el corriente necesario”.

El problema de las aguas retesas, fiebres y panteones ubicados en la ciudad, desgraciadamente no terminó con estas recomendaciones que extendió la Junta de Sanidad a los respectivos Ayuntamientos, como tampoco terminó la presencia frecuente de la viruela, el tifo o el cólera, que hicieron constantes estragos en la población.

La Junta de Sanidad fue la sede de debates que recogieron las posturas acerca de los orígenes y la presencia de las enfermedades en la localidad con el fin

de darle cauce a su solución. Su presencia no sólo se ubica en el cambio de siglos también la colocamos entre los resabios de la antigüedad y la presencia de la modernidad al procurar no sólo medidas curativas, sino también preventivas. Las actas consultadas en el Archivo Histórico del Estado hacen gala de reflexión y constancia en el combate a las enfermedades, al hacer partícipe de las decisiones a representantes de cada sector de la sociedad que, en determinado momento, terminaría por coadyuvar en el combate a las enfermedades que se presentaran. Los médicos o facultativos fueron portavoces de la ciencia que diagnosticaba y curaba los males. El círculo no se cerró aquí, los clérigos eran quienes comunicaban a la feligresía las medidas que deberían aplicarse, orientando a las autoridades para localizar a los posibles enfermos o agentes, que la misión sanitaria pudiera requerir. En los sermones desde el púlpito o a través de los rotulones (listas de notificaciones del juzgado) hicieron llegar esa información a los diferentes estratos de la población. Si bien las autoridades civiles eran las ejecutoras, su papel se nulificaba sin la intervención de los otros. La Junta de Sanidad fue una red en la que cada cuerda se unía a otra para actuar sistemáticamente en un beneficio común y sólo desaparecieron cuando las decisiones emanaron de políticas e instituciones nacionales, que dictaban las acciones a tomar en cada contingencia, esto ya en las postrimerías del siglo XIX. 📄

Archivos consultados:

Archivo Histórico de San Luis Potosí: Fondo Ayuntamiento, Actas de la Junta de Sanidad, 1823-1826.

Bibliografía:

Belkys María Galindo Santana y otros. (2005). Balmis y su humanitaria contribución para la eliminación de la viruela. *Revista Cubana Salud Pública*, 31 (3), pp. 257-59

Fuentes, Verónica. (2013). Un médico español del siglo XIX lideró la primera misión humanitaria de la historia. <http://www.agenciasinc.es/Reportajes/Un-medico-espanol-del-siglo-XIX-lidero-la-primera-mision-humanitaria-de-la-historia>.

Medicina y fisiología: un vínculo permanente en la UASLP

PATRICIA PÉREZ CORNEJO
gloria@ifisica.uaslp.mx
ALMA BARAJAS ESPINOSA
ARLETTE MÉNDEZ MALDONADO
FACULTAD DE MEDICINA

Recibido: 17/05/2016
Aceptado: 28/09/2016

Palabras clave: Investigación, medicina, fisiología, docencia y ciencia.

La medicina experimental

De acuerdo con las raíces etimológicas de la palabra 'fisiología', ésta se ocupa del conocimiento de la naturaleza, sin embargo, con el tiempo el significado ha cambiado. Hoy en día se conoce como la ciencia que estudia las funciones del organismo. En México la investigación en fisiología inició durante el periodo en el que Porfirio Díaz fue presidente (entre 1876-1911), gracias en parte a la estabilidad política (Rodríguez de Romo, 1997). Otro suceso de la época que también impulsó la investigación en esta área fue la visión del médico y fisiólogo francés Claude Bernard (1813-1878), quien se interesó en desarrollar una metodología para realizar experimentación en animales con el fin de convertir la medicina en una ciencia experimental (Rodríguez de Romo, 2007).

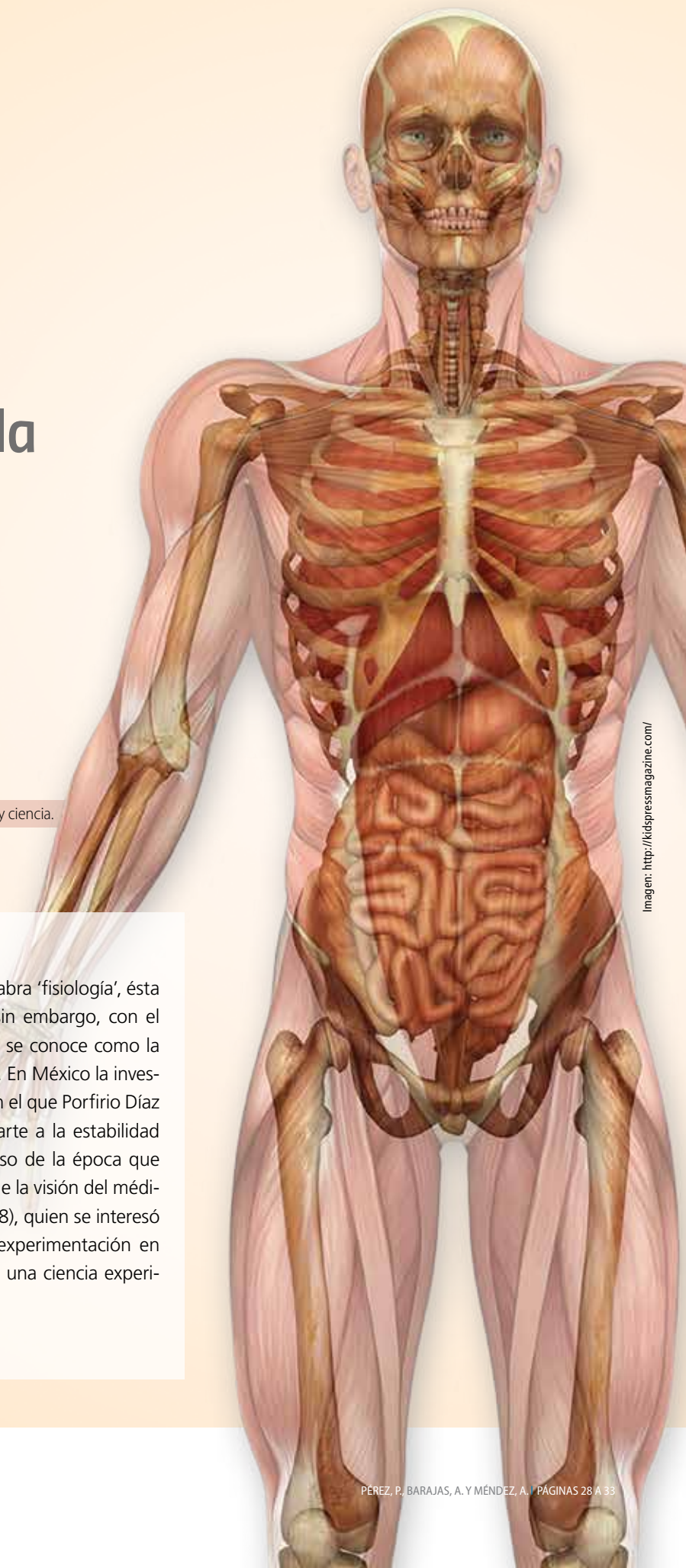
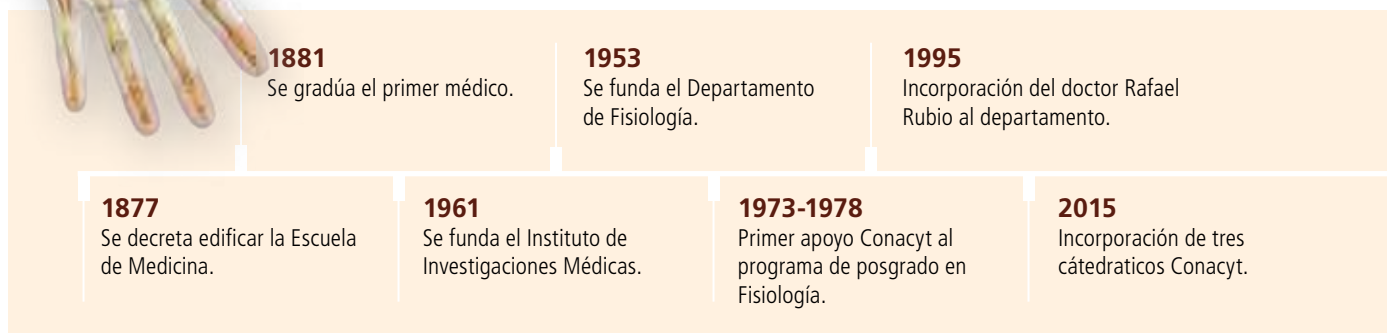


Imagen: <http://kidspressmagazine.com/>

La fisiología en México

La influencia de Bernard resonó en México a través de la enseñanza médica y la formación de nuevos fisiólogos. Fernando Ocaranza promovió los experimentos y la investigación de Claude Bernard en la enseñanza médica en la Escuela Nacional de Medicina (Rodríguez de Romo, 2007). Al mismo tiempo un nuevo estudiante de nombre Arturo Rosenblueth (1900-1970) llegó allí a estudiar Medicina (Guzik, 2009). Rosenblueth inició su carrera en México y más tarde emigró a Francia donde fue admitido en la Escuela de Medicina de la Sorbona, Francia. Ahí se encontraba el médico Ignacio Morones Prieto, con quien entabló amistad. Rosenblueth se graduó como neuropsiquiatra en 1927 y regresó a México. Se desempeñó como ayudante de la cátedra de fisiología y luego como médico en la clínica, la cual dejó para dedicarse a la investigación. Dos años más tarde concursó y consiguió una beca para trabajar con Walter B. Cannon, un eminente fisiólogo norteamericano mundialmente reconocido por sus estudios sobre "homeostasis" (Brown, 2002) en la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard, donde se dedicó a la fisiología experimental y demostró ser

capaz de colaborar con un gran número de prominentes investigadores de distintas nacionalidades; sin embargo, nunca consiguió una posición permanente como investigador en Estados Unidos de América, por lo que decidió regresar a México por invitación del doctor Ignacio Chávez, el padre de la cardiología en México (Guzik, 2009). A su llegada al Instituto Nacional de Cardiología, Rosenblueth se encargó del Laboratorio de Fisiología, se dedicó a formar nuevos investigadores, continuó su colaboración con Cannon y le dio difusión a la fisiología experimental por medio de la fundación de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas (Castañeda, 2008). Es durante este tiempo que Rafael Rubio llegó al laboratorio de Rosenblueth y conoció a Cannon (Guzik, 2009). Al inicio Rubio desempeñaba labores de técnico en el laboratorio y más tarde aprendió a hacer experimentos. Por varios años Rubio colaboró con Rosenblueth no sólo en la investigación sino también en la difusión de la fisiología en México al fundar la Sociedad de Fisiología Walter B. Cannon (Castañeda, 2008). Al terminar su licenciatura en 1963, Rubio emigró a los Estados Unidos de América con el fin de obtener un doctorado en ciencias. Se matriculó en la Universidad Western Reserve y en 1968 obtuvo su Doctorado en Fisiología. Inmediata-



Línea del tiempo del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UASLP.

mente después se mudó junto con su tutor, Robert M. Berne, a la Universidad de Virginia donde realizó una estancia posdoctoral y luego se desempeñó como profesor durante 35 años. Robert Berne tuvo una larga y fructífera colaboración con Rafael Rubio hasta su retiro. Juntos patentaron el medicamento Adenocard, el cual se usa en todo el mundo para tratar arritmias. En 1996 Rubio regresó a México, a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), donde se incorporó al Departamento de Fisiología y Farmacología y continuó trabajando en fisiología hasta su jubilación en 2014.

La historia local

En 1877 iniciaron las clases de medicina en la UASLP y en 1946 se colocó la primera piedra del Hospital Central, cuyo primer director fue el doctor Ignacio Morones Prieto, quien había sido rector de la universidad y fue médico y fisiólogo egresado de la Sorbona; su formación es una muestra del legado de Bernard a la medicina potosina. Esta visión fue compartida más adelante por profesores



Facultad de Medicina.

y directores como Ramón Villarreal, médico encargado de impartir prácticas de fisiología, quien en 1955 se convirtió en director de la Escuela de Medicina.

Por esos años (1955 a 1961), varios fisiólogos del Instituto Nacional de Cardiología se incorporaron a la Escuela de Medicina, entre ellos Enrique López y Antonio Morales Aguilera, quienes continúan con la enseñanza y la investigación.

Después, en 1956, Morales Aguilera ocupó la jefatura del Departamento de Fisiología y Farmacología, a la cual renunció en 1971 para organizar el Departamento de Farmacología y Toxicología del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav). Además, el interés de los médicos en la investigación fue palpable en la creación del Instituto de Investigaciones Médicas A.C. (IIM), que surgió para conseguir recursos que financiaran la investigación en la Escuela de Medicina. El primer profesor de este instituto llegó en 1953, y a partir de 1958 se incorporaron paulatinamente más docentes e investigadores.

Con fondos universitarios bastante limitados, el IIM creció como un organismo autónomo con la visión de obtener fondos. El 30 de mayo de 1961 la UASLP aprobó su creación y a los pocos meses, con el doctor José Miguel Torre López como director, formalizó contratos con varios patrocinadores, en-


tre los que se encontraban Pfizer de México, productos Roche y Farmacia y Droguería La Perla.

El Departamento de Fisiología

A más de 100 años de entrar en funciones la Escuela de Medicina, continuó la investigación en el Departamento de Fisiología, fundado en 1953, cuyo jefe fue Enrique López. Años más tarde, los departamentos de Fisiología y Farmacología fueron dirigidos por Federico Días Angulo, quien trabajó en compañía de dos profesores, Beatriz J. Velásquez Castillo y Ricardo Garza, y dos auxiliares de laboratorio.

Más tarde, la doctora Beatriz J. Velásquez ocupó la jefatura del departamento y en 1992 se convirtió en la primera mujer en ocupar la Dirección de la Facultad de Medicina, en el periodo 1992-2000. Al inicio, el departamento se encargaba de impartir cursos y prácticas de laboratorio de Fisiología Humana (en el tercer semestre) y de Farmacología (en sexto semestre) a estudiantes de las carreras de Medicina y Enfermería. Aunque la carga docente era pesada, la investigación floreció en este

pequeño departamento, pues entre 1973 y 1979 se terminaron tres tesis de licenciatura, un capítulo de un libro de nefrología, cinco artículos de investigación publicados en revistas nacionales, un artículo publicado en una revista internacional, 12 ponencias en congresos nacionales y cuatro en internacionales. Durante este



**En 1877
iniciaron
las clases de
Medicina
en la UASLP**



mismo periodo se obtuvo el primer subsidio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), que permitió adquirir equipo para investigación, mobiliario y material de laboratorio.

De 1976 a 1978 se obtuvieron otros dos subsidios del Conacyt. En 1977 se obtuvo uno de la Coordinación General de Educación Superior e Investigación Científica para establecer un programa de posgrado en Fisiología. Por ello, en septiembre de 1978 se inició la Maestría en Fisiología. El doctor Manuel Rodríguez Martínez, actual profesor del departamento, fue el primer estudiante de posgrado del área biológica en recibir el grado de Doctor en Ciencias por parte de la universidad en 1989.

La investigación en fisiología

En 1980 se incorporó como profesor del departamento, Roberto Valle Aguilera, quien más tarde ocuparía la jefatura del mismo y ayudaría en la contratación de Rafael Rubio. Para 1980 existían ya las siguientes líneas de investigación: 1) estudio del procesamiento del ácido láctico, sodio y líquidos por el riñón, 2) estudio de la biología de la desnutrición, 3) estudio de la maduración de los pulmones de recién nacidos, 4) estudio de la contracción en músculo esquelético y cardiaco.

Desde sus inicios y hasta esta fecha, el ahora rebautizado Departamento de Fisiología y Biofísica ha experimentado un constante crecimiento: ha incorporado nuevos profes-



PATRICIA PÉREZ CORNEJO

■ Es doctora en Fisiología por la Universidad de Rochester (GPPC). Actualmente es profesora investigadora en el Departamento de Fisiología y Biofísica de la Facultad de Medicina y trabaja en el proyecto "Biofísica estructural y funcional de las membranas biológicas".

res-investigadores (los más recientes en 2015 fueron tres cátedras Conacyt), ha gestionado subsidios para la investigación y multiplicado las líneas existentes. Las líneas de investigación que actualmente se trabajan en el departamento son las siguientes: 1) efecto de los lípidos sobre la función de canales iónicos, 2) funcionamiento de canales de cloruro y receptores a ATP en distintas células, 3) mecanismos de hipertensión por consumo excesivo de sal, 4) estudio de la función de neuronas del estriado, 5) papel del retículo en diabetes mellitus experimental, 6) regulación del pH y calcio en células excitables, 7) papel de los canales de calcio en neuronas, 8) estudio de los vasos sanguíneos en retina, 9) papel de los canales iónicos en la contracción del corazón, 10) uso de técnicas computacionales para estudiar proteínas. Para mayores detalles se puede consultar el perfil de los actuales profesores y sus líneas de investigación en la página oficial del departamento: www.fisiologiauaslp.org.

Comentarios finales

Varios han sido los médicos dedicados a la investigación en fisiología, entre estos personajes encontramos a Ramón Villareal, miembro fundador de la Sociedad Mexicana de Fisiología (Castañeda, 2008) y exdirector de la actual Facultad de Medicina. Por ello podemos decir que desde hace 60 años, la investigación en la facultad la realizan por igual médicos y fisiólogos. Puede que todo

ello se deba al incansable espíritu del cuerpo docente, que ha fomentado el interés por la investigación básica y clínica entre sus alumnos. ¿Y cómo no hacerlo?, si esta facultad ha visto pasar por sus aulas y laboratorios a médicos e investigadores dedicados a hacer de la medicina y la fisiología un binomio indisoluble de excelencia. ☺

Bibliografía:

- Brown, T. M., & Fee, E. (2002). Walter Bradford Cannon: Pioneer Physiologist of Human Emotions. *American Journal of Public Health*, 92(10), 1594-1595.
- Castañeda, G. (2008). La Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas a cincuenta años de su creación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 39 (3), 29-38.
- Guzik Glantz, R. (2009). Relaciones de un científico mexicano con el extranjero: el caso de Arturo Rosenblueth. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14 (40), 43-67.
- Rodríguez de Romo, A. C. (2007). Claude Bernard, el hombre y el científico. *Anales Médicos*, 52(2), 90-96.
- Rodríguez de Romo, A. C. (1997). Fisiología mexicana en el siglo XIX: la investigación. *Asclepio*, 49 (2), 133-145.



Bhupen Khakhar:

una retrospectiva en Tate Modern

En junio de 2016, la galería Tate Modern de Londres inauguró una exposición retrospectiva dedicada a Bhupen Khakhar (1934-2003), uno de los pintores más destacados del subcontinente, nacido en Bombay, India. Una de las principales características de sus cuadros es que parecen simples a primera vista. Por ejemplo, su obra *Janata Watch Repairing* (1972) retrata la modesta tienda de un relojero. Una luz de neón ilumina al diminuto hombre ocupado en su trabajo. Además de un sofá y el abanico de techo, sólo hay relojes de distintos modelos y tamaños. Este cuadro es parte de una serie que Khakhar dedica a individuos como el peluquero, el sastre y el oficinista, miembros de la clase media baja de la ciudad de Baroda (ahora Vadodara), donde vivió la mayor parte de su vida.

Estas obras retratan un momento de transición en la sociedad de una India desgarrada, entre la tradición y la modernidad, donde la aldea es remplazada por la ciudad y los viejos oficios desaparecen (Desai, 1983). A pesar de haber sido pintados en la década de 1970, estos cuadros son testimonio de la nostalgia del artista por su niñez. Las calles desiertas, los colores de los muros y la ropa de los personajes son los de una generación anterior, una que Khakhar conoció. En este sentido, son obras tristes, intentos de rescatar un mundo que ya ha desaparecido.

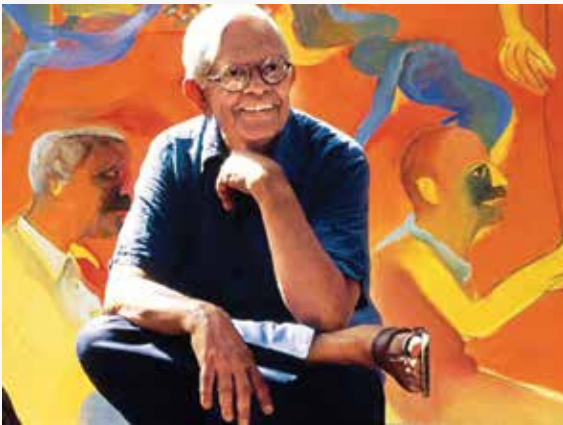


Janata Watch Repairing (1972).

Esta serie es también una respuesta a una forma artística histórica: la pintura colonial del siglo XIX, conocida también como pintura de la *Compañía*, estos trabajos eran producidos por pintores indígenas amateur, quienes prestaban sus servicios a los colonialistas ingleses ávidos de retratos de sus súbditos y su cultura. Los resultados eran a menudo estereotipos, es decir, no de individuos, sino de castas y tipos religiosos (Kapur, 2007).



First day in New York.



Bhupen Khakhar.

Khakhar se apropia de esta forma histórica y la transforma para retratar a este hombre “insignificante” desde otro punto de vista. Usa un estilo deliberadamente torpe y con un colorido “de mal gusto”, propio de la clase social a la que retrata. No se trata ya de una taxonomía fría y objetiva, sino de una etnografía personal. Khakhar pintó a la clase social de la que él mismo provenía. Durante la mayor parte de su vida, mantuvo un trabajo de medio tiempo como contador, uno de los oficios característicos de la clase media baja de la India. Tal vez esto explique por qué sus cuadros son un meticuloso inventario de personas, actitudes y objetos retratados detalladamente. Las figuras no son estereotipos ni abstracciones, sino gente a quien veía a menudo y con quienes había desarrollado una relación emocional antes de pintarlos. Algunos de ellos eran incluso sus amantes. En palabras de Khakhar, estas personas eran casi una obsesión (Hyman, 1998).

Sus obras están cargadas de una fuerte dosis de ironía. En sus cuadros, el tapete a la entrada de la peluquería dice “buena suerte”, mientras que el letrero de afuera de un típico pub inglés anuncia “coraje”.

Perteneciente a una generación de artistas comprometidos con la ideología marxista, Khakhar permaneció en una posición ambigua y se resistió a usar la pintura como un medio de propaganda política. Estas dudas están expresadas en su obra *Factory Strike (Voice of Freedom)* de 1972, una sátira del arte revolucionario. En este cuadro vemos a un pequeño grupo de empleados que participan sin entusiasmo en una huelga por iniciativa de miembros de la clase media intelectual. Para Khakhar, esta obra retrata la posición de ésta última, que oscila entre el deseo de ser como la clase alta y su identificación con la clase trabajadora (Khakhar, 1972).

Entre los pintores históricos, Bruegel es tal vez el más cercano a Khakhar. En una de sus obras más famosas, retrata la figura mitológica de Ícaro, quien por querer volar muy alto se ha acercado demasiado al sol, lo que ocasionó que la cera con que estaban pegadas sus alas se derritieran. El cuadro muestra el momento en que Ícaro cae al mar, sin embargo, Bruegel lo pinta como una figura diminuta; un campesino empujando su carreta es el personaje más grande del cuadro. Tal vez quiso enfatizar el valor que damos a ciertas historias, sacrificando la atención que podríamos prestar a lo que pasa frente a nuestros ojos. Si es así, el cuadro es una invitación a tomarse en serio el entorno cotidiano.

Khakhar hace lo mismo en *You Can't Please All*, obra de grandes dimensiones que incorpora una fábula atribuida a Esopo. La historia cuenta cómo un padre e hijo pobres deciden llevar su único burro al mercado. En el cuadro, los vemos primero en la parte superior, donde el padre monta al burro y el hijo camina. Después de ser criticados por la gente por hacer caminar al hijo, ambos montan a la bestia de carga. Más adelante, otras personas los señalan por ser crueles con su burro, y al final terminan padre e hijo cargándolo e inevitablemente tienen un accidente donde el burro cae y muere. En el cuadro, los vemos de nuevo, enterrando a su animal. El padre, reflexionando sobre lo ocurrido, exclama: “de verdad, no puedes complacer a todos”. Un hombre observa todo desde su balcón, se encuentra desnudo, ya que ha decidido no complacer a nadie sino a sí mismo y quitarse la ropa; Para Khakhar representa a quien se resiste a hacer los ajustes que exige la vida en sociedad (Hyman, 1998). Es un hombre común ejerciendo su libertad.

Este antiheroísmo deliberado es uno de sus rasgos más distintivos, y uno de los puntos más polémicos. Para sus críticos es una debilidad. Para mí, es lo que lo vuelve interesante. Con su dibujo “incorrecto” y colores chillones, su formica, su imitación de piel y otros tantos signos de “mal gusto”, su vida de la calle y sus escenas homoeróticas, las obras de Khakhar son provocadoras, pues explora con seriedad a sujetos que no son representados por las artes visuales. ☪



Un nicho de mercado

Pequeños grupos de campesinos y pobladores originarios de la Huasteca Potosina que producen alimentos característicos de la región, como chiles, vainilla, café, frijol, piloncillo y cacahuete, están cambiando su visión de mercado gracias a que la Facultad de Economía, a través del Centro Universitario de Negocios Internacionales, les ha plantado la semilla de la esperanza en su cabeza y corazón con la intención de que exploren otros mercados.



La academia de la UASLP alza la mano través de este centro de negocios, que sustentado en un cuerpo académico en consolidación del cual forman parte la doctora Alejandra Vera González, el maestro Flavio González Ayala y estudiantes de la Licenciatura en Comercio y



Negocios Internacionales de la Facultad de Economía, han salido al campo a contactar a los productores y tratar de conocer el manejo de sus productos para alinear la producción a aspectos positivos.

Con lo anterior, más de un productor, y los mismos cate-dráticos y estudiantes, se han dado cuenta de que no hacen falta ganas, sino que los productores estén bien informados, pues desconocen las reglas a seguir para exportar.

Si bien en el pasado algunos gobiernos municipales hicieron el esfuerzo por hacer crecer una marca característica de la región y estado, denominada Puro Potosino, en estos tiempos de bajo consumo en el país, las miras de lo que se produce en el estado, en grande o pequeña escala, tiene que voltear los ojos al mercado exterior no sólo con nuestros vecinos del norte.


Con esa consigna los jóvenes de la Facultad de Economía de la UASLP, específicamente de la Licenciatura en Comercio y Negocios Internacionales, buscaron a los pequeños productores y los están asesorando para que exporten sus productos a países del medio oriente, Asia y África.

El mercado conocido como Halal, que comprende países con creencias musulmanas, es uno de los espacios que los jóvenes han explorado para enviar productos de cacahuete, vainilla y las salsas caseras.

Se trata, a decir de la doctora Alejandra Vera, de una serie de productos que no requieren cambios en sus procesos de elaboración o producción, ya que cuentan con ventajas como la no utilización de pesticidas en su cultivo, el alto valor agregado en el mercado mundial y el gran sabor, que en el caso de las salsas caseras, contiene el producto.

En lo único que habría que trabajar es en cumplir con las normas que establecen los países para realizar la exportación de un producto.

Ante este panorama, la comunidad académica de la Facultad de Economía visualiza una labor social de gran impacto, pero además una confirmación del nicho de oportunidad que representa el ejercicio del Centro Universitario de Negocios Internacionales, que permite la aplicación de los conocimientos aprendidos en el aula a los futuros profesionistas, y una experiencia grata al saber que su preparación puede tener un impacto directo en la economía del país.

Si bien los productores están comenzando de manera conjunta con los universitarios a detallar ese papeleo, la vainilla potosina, los cacahuates, el café, las salsas caseras, el piloncillo y el frijol ya no serán de uso exclusivo de los mexicanos, pues van que vuelan para ser consumidos en otros países. 



María Elena Álvarez-Buylla Roces

ALEJANDRA CARLOS PACHECO

El uso sostenible de la biodiversidad y su conservación son claves para el desarrollo de los seres humanos. En la actualidad se observa constantemente que las personas se preocupan más por la sustentabilidad del medio ambiente y las problemáticas socioambientales.

María Elena Álvarez-Buylla Roces, ganadora del Premio Nacional a la Investigación Científica y Tecnológica 2016, que le otorgó esta casa de estudios por su trabajo realizado, su experiencia profesional y trayectoria, es una mujer con un camino excepcional, que ha dedicado su vida y carrera a las áreas de la genética molecular, desarrollo, ecología y evolución de las plantas.

Estudió la Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al culminar sus estudios en 1982, obtuvo la medalla Gabino Barreda por ser el mejor promedio de su generación. Además, recibió una mención honorífica en el certamen de tesis de licenciatura de la Sociedad Botánica de México, con el *Estudio etnobotánico en Balzapote, Veracruz: Los solares*.

Posteriormente, hizo la Maestría en Ciencias en la misma facultad y, al terminar, se hizo nuevamente acreedora a la medalla Gabino Barreda; para la obtención de este grado desarrolló una investigación sobre demografía y ecología de poblaciones que fue publicada en cinco revistas de primer nivel del área de ecología.

En 1986, apoyada con becas del Programa para la Superación del Personal Académico de la UNAM y Dora Garibaldi del mérito académico de la Universidad de California, Estados Unidos de América, realizó sus estudios doctorales en la Universidad de California en Berkeley. Su tesis doctoral *Dynamics of tropical rain forests: Models for populations and genes* fue modelo para contribuciones teóricas y experimentales.

“Mis padres me dieron la pauta clarísima del tipo de trabajo que desarrollaría; uno se tiene que comprometer con la ciencia y el conocimiento, también con la generosidad de enseñar con ética, con el pugnar por una so-

iedad cada vez más justa y creo que el ser mujer te acerca a estos valores, a la importancia de la alimentación, del ambiente y yo me considero muy afortunada de ser mujer y he podido hacer investigación desde un enfoque integrativo, anclado en las ciencias duras con herramientas como la biología y las matemáticas, pero también con un sentido muy humano y un sentimiento muy profundo de la importancia humanística de la ciencia”, mencionó.

Al regresar a México, con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, montó un laboratorio en el entonces Centro de Ecología de la UNAM, con el deseo de establecer un grupo de trabajo experimental de sistemas en genética molecular del desarrollo. En la actualidad, además de ser investigadora titular del Instituto de Ecología, es coordinadora nacional del Centro de Ciencias de la Complejidad de la misma universidad, “hay muchos retos por delante, apenas aplicamos lo que hemos aprendido en plantas de desarrollo, de diferenciación celular, de complejidad de las redes, de regulación genética, tratamos de entender profundamente cómo es que emergen afectaciones como el cáncer, tumoraciones malignas, su progreso y cómo atentan contra la vida de algunos seres humanos”.

En 1994 le otorgaron la distinción Young Investigator Award de la sociedad de American Naturalists en Estados Unidos de América y el reconocimiento e invitación para impartir seminarios y discutir los proyectos de investigadores

y estudiantes de la Universidad de Missouri. En 1997 recibió la distinción Universidad Nacional para Jóvenes Investigadores de la UNAM. Obtuvo el nivel III en el Sistema Nacional de Investigadores desde 2001 y tiene también el nivel máximo dentro del Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo.

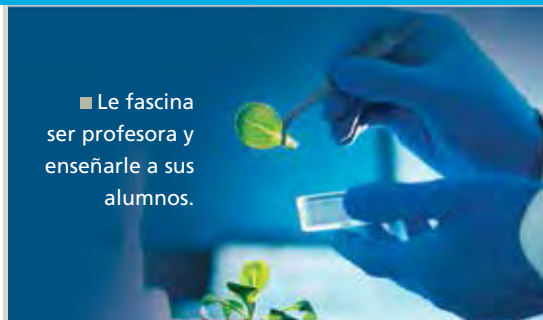
Es miembro fundador y coordinadora general desde 2008 de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, que se encarga de elaborar expedientes críticos y difundir el conocimiento científico. En 2010 recibió el Premio Universidad Nacional en el área de Investigación en Ciencias Sociales.

Con más de 26 distinciones y becas, la doctora Álvarez-Buylla Roces nunca ha dejado atrás su motor y preocupación principal de promover una ciencia comprometida con la sociedad y el ambiente: “He colaborado con colegas de Suecia, Estados Unidos de América, entre otros. Tenemos colaboraciones estrechas con otros investigadores fuera del país, pero llevamos ya bastantes años trabajando con grupos interdisciplinarios de físicos, matemáticos y biólogos, y creo que ése es el futuro de la ciencia, el enfoque sistémico, de sistemas complejos, puesto que la gran mayoría de los sistemas trascendentes que la ciencia puede comprender y resolver son de naturaleza compleja y estos grupos interdisciplinarios son imprescindibles si queremos que la ciencia tenga un impacto virtuoso y trascendente en la sociedad”, concluyó. ☐

Apuntes:



■ Cuenta con 184 publicaciones nacionales e internacionales arbitradas.



■ Le fascina ser profesora y enseñarle a sus alumnos.



■ Sus aportaciones se reflejan en cerca de 7000 citas a su trabajo.



Un nuevo modelo animal para entender la metástasis de los sarcomas

El grupo de investigación en sarcomas del Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (Idibell), liderado por Óscar Martínez-Tirado, en España, ha desarrollado una versión modificada de un modelo animal ortotópico que permite recrear más de cerca los pasos de metástasis en el sarcoma de Ewing (SE), el segundo tipo de cáncer óseo más común en niños y adolescentes.

Este nuevo modelo ha sido usado por primera vez en el estudio más reciente del equipo, publicado en *Oncotarget*, que proporciona nuevos conocimientos sobre los procesos metastásicos en SE, y podría convertirse en una valiosa herramienta experimental para analizar el potencial metastásico en diferentes tipos de sarcomas.


“Creemos que este modelo ortotópico nos permite representar más adecuadamente la evolución de una metástasis en el sarcoma de Ewing, ya que el tumor primario crece en su ambiente natural”, explica Martínez-Tirado. Los modelos ortotópicos se basan en la implantación de las células tumorales directamente en el órgano de origen, lo que permite la interacción de éstas con los tejidos circundantes.

En este caso, se inyectaron células cancerígenas en los músculos de la pantorrilla del ratón, y una vez que el tumor alcanzó un volumen determinado, estos se eliminaron quirúrgicamente. “El procedimiento implica una cirugía poco agresiva que permite la supervivencia de los ratones con una vida normal durante un periodo suficientemente largo para el desarrollo de metástasis a distancia”, comenta el investigador.

Los modelos ortotópicos se consideran clínicamente más relevantes y mejores modelos de predicción, dado que se ha demostrado que la interacción de las células tumorales con su entorno natural afecta su crecimiento, la diferenciación y su sensibilidad a fármacos. Además, las células tumorales inyectadas pueden propagarse a sitios de metástasis en otros órganos con especificidades comparables con la situación humana.

“Gracias a esta nueva herramienta, hemos identificado cómo la proteína CAV1 regula una vía prometastásica en el SE y el papel de las proteínas RPS6 y RSK1 como nodos clave de este proceso, hallazgos con un beneficio potencial para los pacientes”, apunta Martínez-Tirado.

El SE es un sarcoma de tejido óseo y blando que afecta principalmente a niños y adultos jóvenes. Es muy agresivo y altamente metastásico, aproximadamente un tercio de los pacientes presentan metástasis en el momento del diagnóstico; el pulmón y la médula ósea son los sitios más comunes.

“El tratamiento y el pronóstico de los pacientes se determina, entre otros factores, por la presencia de estas metástasis. Por lo tanto, comprender este proceso en profundidad es obligatorio para desarrollar nuevas estrategias terapéuticas. Este modelo animal ortotópico *in vivo* puede ser un activo muy útil para estudiar la metástasis no sólo en SE, sino también en otros sarcomas”, concluye. 

(Fuente: IDIBELL)



Los perros entienden qué les decimos y cómo

Para entender el habla, el cerebro humano divide las tareas: el hemisferio izquierdo se encarga del significado de las palabras y el derecho permite interpretar la entonación. Así se analiza por separado lo que decimos de cómo lo decimos para llegar a un significado conjunto. Pero esta habilidad no es exclusiva del ser humano.

Un estudio publicado en *Science*, sugiere que los perros, para distinguir las palabras y la entonación, “usan mecanismos cerebrales muy parecidos al de los humanos”, dice Attila Andics, autor principal del trabajo y científico en el Departamento de Etología y el grupo de investigación de Etología Comparada MTA-ELTE de la Eötvös Loránd University en Budapest, Hungría.

De este modo, los perros, como las personas, utilizan el hemisferio izquierdo para comprender el vocabulario y una región del hemisferio derecho para la entonación. Los científicos consideran que si en el entorno del perro está muy presente el habla humana, pueden surgir en su cerebro representaciones del significado de las palabras, en este caso se trata de mamíferos no primates, como los canes que no tienen la capacidad de hablar.

“Los perros pueden aprender las palabras que les son relevantes y a menudo las usa-

das por sus dueños para dirigirse a ellos. Las palabras para felicitarlos son un ejemplo”, recalca Sinc Anna Gábor, una de las autoras del trabajo e investigadora en la Eötvös Loránd University.

Éste es el primer estudio que analiza el trasfondo neuronal de este proceso en los perros, aunque desde hace años, científicos de diferentes partes del mundo han realizado diversos experimentos para demostrar la habilidad de los canes para reconocer los diferentes componentes del habla.

“Hasta ahora no sabíamos mucho sobre los mecanismos cerebrales de los perros ni que eran similares a los del humano para entender las palabras. Aún queda por documentar cómo separan e integran información léxica y de la entonación en las palabras habladas”, señala Gábor.


Según los investigadores, el estudio es el primer paso para entender cómo los perros interpretan el habla humana. Para ello, entrenaron a 13 perros para que se mantuvieran inmóviles por siete minutos y realizarles una resonancia magnética cerebral. De esta forma los científicos pudieron medir la actividad cerebral de cada perro al escuchar las palabras de su entrenador (de elogio o sin significado para ellos, combinando entonaciones neutras o cariñosas).

Al identificar las regiones del cerebro que diferenciaban las palabras con sentido y las que no lo tenían, las entonaciones de felicitación o las neutras, los científicos se percataron de que el hemisferio izquierdo de los perros se activa para procesar las palabras y que estas activaciones cerebra-

les son independientes de la entonación que activa el hemisferio derecho.

El estudio indica además que los elogios activan el sistema de recompensa del perro —la región cerebral que responde a todo tipo de estímulos placenteros como la comida, el sexo o las caricias—, sólo cuando palabras y entonación concuerdan. “Los perros combinan ambas regiones del cerebro para una correcta interpretación del habla y de lo que realmente significan esas palabras. Una vez más, el proceso es muy similar al de los humanos”, subraya Andics.

Para los científicos, este trabajo no sólo permite mejorar la comunicación y cooperación entre perros y humanos, sino que también arroja luz sobre la aparición de las palabras durante la evolución del lenguaje. “Lo que en realidad hace que las palabras sean únicas en los humanos no es nuestra especial capacidad neuronal, sino nuestro ingenio para inventarlas y usarlas”, declara el autor principal.

El equipo húngaro sugiere que los mecanismos neuronales para entender las palabras evolucionaron mucho antes de lo que se pensaba hasta ahora, y revela que no sólo los posee el cerebro humano. Posiblemente durante la domesticación, fuerzas selectivas apoyaron la aparición de la estructura cerebral que subyace a esta capacidad en los perros, pero dada la rápida evolución de las asimetrías hemisféricas relacionadas con el habla, en realidad es poco probable. “Los seres humanos son únicos en su capacidad para inventar palabras”, concluyen los autores. 

Jóvenes crean paleta baja en calorías



Debido a que en nuestro país los índices de obesidad infantil son altísimos, para contribuir a reducirlos, estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) elaboraron una paleta a la que llamaron Frupa; los ingredientes que utilizaron fueron azúcar, inulina, jarabe de maíz, ácidos, esencia y fibra. Los jóvenes son Carolina Campos Hernández, Diana Laura Flores Sánchez, Laura Gabriela Carreón Torres y Carlos Omar Almanza Aguilar, estudiantes de ingeniería agroindustrial, quienes desarrollaron el proyecto bajo la asesoría de la doctora María Magdalena Ramírez Gómez, profesora investigadora de la misma universidad.

Con Frupa, los jóvenes obtuvieron el segundo lugar en el concurso Dulce Innovación de la Confitexpo 2016, una exposición internacional para la industria de la confitería y los chocolates, con sede en Guadalajara, Jalisco. El jurado calificó la presentación, sabor, textura y realizó pruebas sensoriales.

Frupa es una excelente opción para los niños, pues tiene tres sabores diferentes, frutos y hierbas secas, está reducida en calorías y adicionada con fibras solubles, lo que es bueno, pues la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) sugiere ingerir fibra para mejorar el funcionamiento de los procesos de digestión y asimilación en el organismo.

Por su parte, la doctora Ramírez Gómez subrayó que para denominar un producto como reducido en calorías, se tiene que demostrar que en comparación con un comestible idéntico, del mismo peso y gramaje, hay una reducción de al menos una cuarta parte en su contenido energético. En el caso de Frupa, la paleta contiene sólo 45 calorías, 25 por ciento menos que una paleta comercial.

Los jóvenes tienen contemplado comenzar la producción artesanal de estas paletas para distribuir las en el mercado y, de ser posible, industrializar el proceso productivo, ya que existen variables que deberán considerarse para garantizar su calidad. El tamaño de la paleta es grande y su costo aproximado es de 10 pesos. ☺

<http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/10811-estudiantes-desarrollan-golosina-reducida-en-calorias>

La UASLP y la Universidad de Texas patentan dispositivo tecnológico

Un bolómetro es un dispositivo para medir la radiación emitida o reflejada por los cuerpos. Por lo general, están constituidos por un material que eleva su temperatura al captar la radiación y otro que tiene una propiedad física que varía al calentarse, a menudo se trata de su resistencia eléctrica.


El equipo del doctor Francisco Javier González Contreras del Centro de Ciencia y Tecnología de Terahertz de la Coordinación para la Innovación y la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT), en conjunto con el doctor Miguel José Yacamán del Departamento de Física de la Universidad de Texas en San Antonio, Estados Unidos de América, trabaja en el desarrollo de un bolómetro para detectar la radiación infrarroja y de terahertz; tiene una respuesta térmica cuando incide la radiación, de esta forma la señal puede ser adquirida, procesada y amplificada. Está hecho de un material nanoestructurado formado por un nanoalambre de plata con nanorods de óxido de zinc, la mezcla de estos materiales permite tener una muy buena sensibilidad, gracias al óxido de zinc, y la posibilidad de modificar la resistividad del bolómetro, con la concentración de plata.

La patente de este instrumento ya entró en registro en Estados Unidos de América y la CIACYT inició el proceso ante las instancias federales correspondientes para obtenerla. La Universidad de Texas y la UASLP serán propietarias de la patente, junto con los reglamentos respectivos de las personas que participan en el desarrollo.

En la Universidad de Texas en San Antonio sintetizaron el material nanoestructurado, cuando lo presentaron en la CIACYT, los investigadores de la UASLP le dieron la aplicación de bolómetro, por lo que el proceso de medir sus propiedades tomó poco tiempo, aproximadamente tres meses. De ahí surgieron muchos proyectos basados en la misma tecnología, con lo cual se ha fortalecido la relación entre ambas universidades.

El bolómetro que desarrollaron tiene una sensibilidad 80 por ciento por encima de los mejores que se encuentran en el mercado, es una respuesta de un material atractivo y por eso lo están patentando. La principal ventaja es la posibilidad de ajustar la resistividad del material, algo que no es posible en bolómetros actuales, y es muy importante para integrarlos a aparatos electrónicos que requieren una resistencia baja. Se le ha dado el seguimiento necesario al proyecto para hacer el dispositivo de prueba y mostrarlo a fabricantes o inversionistas interesados.

El doctor Hugo Navarro Contreras, titular de la CIACYT, destacó que el beneficio de esta patente es de carácter tecnológico, ya que la detección de radiación infrarroja o de terahertz puede aplicarse en medicina, imagenología y comunicaciones.

La principal aplicación de este bolómetro es la detección infrarroja de cámaras de visión nocturna, aunque también puede detectar otras frecuencias como los terahertz o las ondas milimétricas. 



Una decisión difícil

PATRICIA BRIONES ZERMEÑO

¿Puede una mujer decidir entre su hija pequeña y su marido?, ¿entre quedarse con una hija que no la reconoce como madre o dejarla ir?, ¿puede un hombre decidir entre su deber y la felicidad de su esposa?, ¿puede —o debe— una pequeña decidir entre su madre biológica y su madre adoptiva, pero sobre todo, ¿puede cada uno perdonarse y perdonar a la otra persona por la decisión que tome?

Sin lugar a dudas, estas preguntas son difíciles de responder, y es probable que sólo lo haríamos al encontrarnos en una situación como aquella por la que pasan Tom Sherbourne, su esposa Isabel y la hija de un empresario australiano, Hannah Roennfeldt, magistralmente interpretados por el actor nominado al Oscar, Michael Fassbender y las ganadoras de este premio, Alicia Vikander y Rachel Weisz, respectivamente.

Tom Sherbourne es un hombre afectado por las situaciones que vivió en la guerra, y aunque muchos lo consideran un héroe, es una persona solitaria que busca algo de paz; por ello acepta un empleo temporal para manejar un faro en la remota isla australiana de Janus, entre los océanos Índico y Antártico. Al llegar al pueblo más cercano para embarcarse hacia dicho lugar, conoce a Isabel, una joven que inmediatamente queda prendada de él, y no duda en hacerlo saber.

Al pasar tres meses solo en la isla, es llamado de urgencia por su jefe, quien le ofrece el trabajo de manera permanente, debido a que la persona a la que sustituía no regre-

sará al empleo. En los días que se queda en el pueblo, él e Isabel tienen una cita en la que ella le pide conocer Janus, a lo que él responde que sólo puede ir a dicho lugar la esposa del encargado, por lo que ella le pide matrimonio.

Así inicia una relación a distancia en la que se envían cartas que culminan en la boda y mudanza de Isabel a la isla, donde tienen una vida juntos y ansían comenzar una familia. Ella no tarda en embarazarse, pero cierta noche, una tormenta azota el lugar; él debe partir al faro y dejarla sola. Isabel se siente mal, comienza a sangrar y decide salir a buscar a Tom, que en medio del mal tiempo no la escucha tocar la puerta del faro. La encuentra a la mañana siguiente, cuando lamentablemente ha perdido al bebé.

El segundo embarazo termina de manera similar, Isabel se hunde en una profunda depresión y Tom en la desesperanza por no poder ayudarla. La situación parece mejorar cuando una mañana un bote encalla en la costa rocosa, con un hombre muerto que abrazaba a una bebé. Aunque él quiere reportarlo, ella lo convence de no hacerlo, a lo que él accede al ver la felicidad que le causa la pequeña.

Transcurren meses, hasta que en el bautizo de la pequeña Lucy, Tom ve a Hannah en el panteón cercano a la iglesia y se entera de que perdió a su hija de meses y a su esposo, un alemán que no era querido por su suegro ni por los lugareños, al naufragar el bote en el que viajaban. Él sospecha que la niña que salvaron es la hija de Hannah,

por lo que decide dejarle una carta asegurándole que su esposo está con Dios y la pequeña se encuentra bien. Ella va a la policía, sin que ésta le haga caso.

Pasan alrededor de cuatro años; se solicita la presencia de Tom en el festejo del aniversario número 40 del faro, donde se encuentra nuevamente a Hannah, quien sigue afectada por lo ocurrido y no pierde la esperanza de que su esposo e hija estén vivos; ahí conoce a Isabel y a Lucy, quien le recuerda a su hija. Isabel se da cuenta de que la niña es hija de Hannah, Tom cree que deben devolver a la niña, pero su esposa lo convence de que no es lo mejor para su hija, quien sólo sufrirá si los separan. Él aparenta acceder, pero le deja una prueba a Hannah de que su hija está viva, la cual ella presenta a la policía, que inicia la búsqueda de la niña.

Al poco tiempo se descubre que Tom e Isabel tienen a la niña de Hannah, por lo que van por ellos a la isla. Él se inculpa para que ella no vaya a la cárcel, pero la policía cree que Tom asesinó al padre de Lucy, por lo cual podría ser sentenciado a muerte. De este modo los personajes llegan a la encrucijada descrita al inicio. ¿Cómo la resuelven? Eso es algo que lo invito a descubrir viendo la película *La luz entre los océanos* que se estrenó recientemente o, si lo prefiere, leyendo la novela de M.L. Stedman en la que está basada la película y lleva el mismo nombre. 🎬

Ficha técnica:

Derek Cianfrance. *La luz entre los océanos*
Estados Unidos de América, 2016, DreamWorks.



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



**Del 28 de noviembre
al 4 de diciembre de 2016**

Centro Cultural Universitario Bicentenario,
Sierra Leona No. 550 Lomas 2a. sección.
San Luis Potosí, S.L.P.
De 11:30 a 20:30 horas.
Entrada libre.



**DAMAS
VOLUNTARIAS**



**Centro de
Bienestar
Familiar**

CC200
CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO
BICENTENARIO



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



SLP
PROSPEREMOS JUNTOS
Gobierno del Estado 2015-2021

SECRETARÍA
DE CULTURA

SÁBADOS DE Ópera

EN VIVO EL
DESDE MET DE
NUEVA
YORK

temporada
2016-2017

Bloomberg

BY EXPERIENCE HD

The Neubauer Family Foundation

Toll Brothers
America's Luxury Home Builder

L'Amour de Loin

Kaija Saariaho
10 de diciembre / 11:55 horas.

La Traviata

Giuseppe Verdi
11 de marzo / 11:55 horas.

Nabucco

Giuseppe Verdi
14 de enero / 11:55 horas.

Idomeneo

Wolfgang A. Mozart
25 de marzo / 10:55 horas.

Romeo y Julieta

Charles Gounod
21 de enero / 11:55 horas.

Eugene Onegin

Pyotr Tchaikovsky
22 de abril / 11:55 horas.

Rusalka

Antonín Dvořák
25 de febrero / 11:55 horas.

El Caballero de la Rosa

Richard Strauss
13 de mayo / 11:30 horas.

Lo mejor de la ópera a nivel internacional, en vivo desde **The Metropolitan Ópera** en Nueva York. Disfruta de esta nueva temporada en el Centro Cultural Universitario Bicentenario de octubre de 2016 a mayo de 2017.

The Met
ropolitan
Opera **HD**
LIVE

f t CC200UASLP

Auditorio Nacional
CENTRO DE ARTE Y CULTURA

CC200
CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO
BICENTENARIO



www.difusioncultural.uaslp.mx

www.cc200.uaslp.mx
Sierra Leona 550 • Lomas Segunda Sección

SUPER
BOLETOS
www.superboletos.com