



cómo?ves?

Año 21 • Núm. 252 • Revista de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México

Un laboratorio en tu móvil

Convierte tu celular en una herramienta para la investigación



Silvestre II

El papa matemático



Comienza a cuidar tus músculos hoy



Lo bueno y lo malo de los huracanes



UNAM
La Universidad de la Nación

México \$30.00 • EUA \$5.00 • UE €3.75

Secciones

- 3 De entrada**
Estrella Burgos
- 5 Ráfagas**
Noticias de ciencia y tecnología
Martha Duhne
- 7 Ojo de mosca**
El problema con las drogas
Martín Bonfil
- 15 Al grano**
Mónica Genis
- 23 Aquí estamos**
Pérdidas y ganancias
René Chargoy Guajard
- 28 ¿Quién es?**
Enrique Geffroy Aguilar
Anayansin Inzunza
- 30 ¿Será?**
Prejuicios a flor de piel
Luis Javier Plata
- 36 ¿Qué leer?**
Lecciones fundamentales
Héctor Carrillo
A buen puerto
Gloria Valek
- 37 De película**
Una revolución global
Arturo Vallejo
- 38 Ven al museo**
Imprimir el mundo
Héctor Carrillo
- 39 ¿Qué hacer?**
Mónica Genis
- 40 Retos**
Festival de tacos
Antonio Ortiz



Imagen: ProStockStudio/Shutterstock
Diseño: Georgina Reyes Coria
Año 21 • Núm. 252 • Noviembre 2019

Artículos

Un laboratorio en tu bolsillo

Los teléfonos inteligentes están aportando un diluvio de datos a la investigación médica.

Jonathan Cueto Escobedo y
Gabriela Nachón García

8



16

Los huracanes: fuerzas de destrucción y creación

Por qué los ciclones tropicales son benéficos para la naturaleza.

Guillermo N. Murray Tortarolo

Patas p'arriba

20



24

Gerberto de Aurillac: el papa matemático

La historia de un renovador de la ciencia europea que iluminó la Edad Media.

Gerardo Martínez Avilés

Músculo ¡no me dejes!

También de joven pierdes masa muscular, pero hay maneras de mitigarlo.

María Fernanda Carrillo Vega y
Brenda Paola Chávez Elizalde

32



Descarga la guía didáctica para abordar el tema de este artículo en el salón de clases. www.comoves.unam.mx



Universidad Nacional
Autónoma de México

Rector **Enrique Graue
Wiechers**
Secretario General **Leonardo Lomelí
Vanegas**
Coordinador de la
Investigación Científica **William Lee Alardín**



Director General **César A. Domínguez
Pérez Tejada**
Director de Medios
de Comunicación **Ángel Figueroa Perea**
Subdirectora de
Medios Escritos **Rosanela Álvarez Ruiz**

¿cómoves?

Editora **Estrella Burgos**
Asistente editorial **Isabelle Marmasse**
Jefa de redacción **Gloria Valek**
Coordinador científico **Sergio de Régules**
Diseño **Georgina Reyes**
Asistente de diseño **Carla D. García**
Gestión de contenido **Claudia Hernández
Guillermo Cárdenas**
Asesoría **Alicia García B.
Martín Bonfil**
Contenidos digitales **Mónica Genis**
Redes sociales **Anayansi Rodríguez**
Comercialización **Gabriela García C.**
Suscripciones **Guadalupe Fragoso**
Promoción **Alma Ferreira
Alejandro Rivera**

Comité editorial

**Iván Carrillo, Rosa María Catalá, Agustín López
Munguía, Alejandro Magallanes, Javier Martínez
Staines, Pilar Montes de Oca, Plinio Sosa**

Los artículos firmados son responsabilidad del autor por lo que el contenido de los mismos no refleja necesariamente el punto de vista de la UNAM. Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores.

¿Cómo ves?, Publicaciones UNAM, es una publicación mensual numerada de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Editora responsable: Estrella Burgos Ruiz. Reserva de derechos al uso exclusivo del título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública 04-2002-073119042700-102. Certificado de licitud de título 10596. Certificado de licitud de contenido 8048, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. ISSN 1870-3186. Impresa en: Tipos Futura S.A. de C.V., Av. El Rosario No. 751, Col. San Martín Xochinahuac, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad De México 02120. Distribución en la Cd. de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro y Celaya: Distribuidora de Atípicos S.A. de C.V., Av. José María Morelos No.78, 1er piso, Col. Juárez, Cd. de México 06600.

Tiraje: 18 000 ejemplares.

Toda correspondencia debe dirigirse a: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Subdirección de Medios Escritos, Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, Cd. de México, C.P.04510. Tel.: (55) 56 22 72 97 Fax: (55) 56 65 22 07 comoves@dgdg.unam.mx

Año 21, número 252, noviembre 2019



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

deentrada

Las nuevas tecnologías suelen aportarnos grandes beneficios pero también dan problemas. Un ejemplo muy claro es el de los teléfonos inteligentes, cuyo uso puede ser adictivo y además afectar nuestros patrones de sueño. Este tema lo abordamos en marzo pasado. Ahora el artículo de portada se enfoca en los beneficios que la ciencia puede obtener de estos aparatos, con la colaboración de quienes los utilizamos todos los días. Jonathan Cueto y Gabriela Nachón nos explican el tipo de sensores que tienen los teléfonos inteligentes y cómo con ellos pueden obtenerse infinidad de datos muy valiosos para la investigación médica.

Guillermo Murray Tortarolo describe el nacimiento de los huracanes y las causas de su poder destructivo, pero revela también porqué son indispensables para los ecosistemas en virtud de la gran cantidad de agua que transportan, las semillas que dispersan y su papel de batidora oceánica.

La oscura Edad Media no lo era tanto de acuerdo con el artículo de Gerardo Martínez Avilés sobre un matemático y estudioso de variadas ciencias que llegó a ser papa de manera inesperada en el año 999. Entre las aportaciones de Gerberto de Aurillac destaca el rescate que hizo del conocimiento de los antiguos griegos para beneficio de Europa.

Si has leído al hilo los tres artículos anteriores, te recomendamos dejar un momento la revista, estirarte y caminar un poco. Por joven que seas, debes cuidar la salud de tus músculos. Es lo que nos dicen María Fernanda Carrillo y Brenda Paola Chávez; ellas dan cuenta del deterioro muscular que hemos de sufrir todos, pero también de la forma de aminorarlo y llegar a la vejez en buen estado. Pero tienes que empezar ya.

Estrella Burgos

¿cómoves? 3

Llegó la ceremonia de ciencia más esperada

A las 7.30 de la noche del 12 de septiembre, en el teatro Sanders de la Universidad de Harvard, empezó la XXIX entrega anual de los premios Ig Nobel, que se otorga a investigaciones serias que al principio desconciertan y hacen reír pero, con suerte, luego harán pensar.

Como en otros años, los premios fueron entregados por ganadores de premios Nobel, entre ellos Eric Maskin (economía 2007), Rich Roberts (fisiología o medicina 1993) y Jerry Friedman (física 1990). También asistieron a la ceremonia varios premiados Ig Nobel de ediciones pasadas. Los ganadores de este año son:

Medicina – Silvano Gallus, de Italia y los Países Bajos, por recabar evidencia de que la pizza puede proteger contra enfermedades e incluso evitar la muerte, siempre y cuando se haya preparado y sea ingerida en Italia, investigación publicada en la revista *International Journal of Cancer* en el 2003.

Educación médica – Karen Pryor y Theresa McKeon, por usar una sencilla técnica de entrenamiento de animales llamada *clicker training* para entrenar a cirujanos para realizar cirugía ortopédica. El término *clicker* proviene de un pequeño aparato metálico que produce un ruido característico y que un entrenador utiliza para marcar el comportamiento deseado y ayuda al animal (en este caso un cirujano) a



La entrega del IgNobel de educación médica.



Final de la ceremonia de los premios IgNobel 2019.

saber cuándo hizo las cosas bien. La investigación se publicó en la revista *Clinical Orthopaedics and Related Research*, en abril de 2016.

Biología – un equipo internacional de científicos de Singapur, China, Australia, Polonia, Estados Unidos y Bulgaria por descubrir, casi podría adivinarse que con cierto azoro, que las cucarachas magnetizadas muertas se comportan de manera diferente que las cucarachas magnetizadas vivas. Artículo publicado en *Scientific Reports* en 2018.

Anatomía – Roger Mieusset y Bourras Bengoudifa, de Francia, por medir la asimetría de la temperatura del escroto en carteros desnudos y carteros vestidos en Francia. El artículo correspondiente fue publicado en la revista *Human Reproduction*.

Química – Shigeru Watanabe, Mineko Ohnishi, Kaori Imai, Eiji Kawano y Seiji Igarashi de Japón, por estimar el volumen total de saliva producido al día por un niño promedio de cinco años. El artículo se puede encontrar, en caso de que a alguien pudiera interesarle, en los *Archives of Oral Biology* de agosto de 1995. Asistieron a la ceremonia Shiguru Watanabe y sus hijos, actualmente adultos, que fueron algunos de los sujetos del estudio, hace 35 años.

Ingeniería – Iman Farahbakhsh, de Irán, por inventar una máquina que cambia pañales. El invento, sobra decir, encontró quién quisiera patentarlo.

Economía – Habip Gedik, Timothy Voss y Andreas Voss, de Turquía, Paí-

ses Bajos y Alemania, por estudiar papel moneda de distintos países para averiguar cuál es más eficaz para transmitir bacterias peligrosas. Asistieron Timothy y Andreas Voss, quienes son padre e hijo.

Paz – Ghada A. Bin Saif, Alexandru Papoiu, Liliana Banari, Francis McGlone, Shawn G. Kwatra, Yiong-Huak Chan y Gil Yosipovitch, de Reino Unido, Arabia Saudita, Singapur y Estados Unidos por intentar medir el nivel de placer de una persona al rascarse.

Psicología – el alemán Fritz Strack por descubrir que detener una pluma en la boca primero te hace sonreír, después te hace sentirte más feliz y por último, darte cuenta de que no es así. La investigación se publicó en la revista *Journal of Personality and Social Psychology* en 1988.

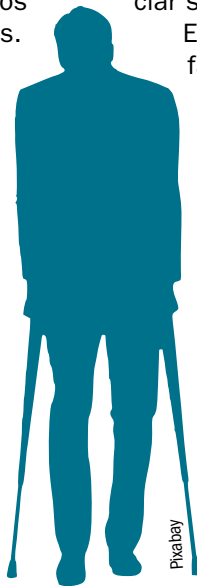
Física – Patricia Yang, Alexander Lee, Miles Chan, Alynn Martin, Ashley Edwards, Scott Carver y David Hu, de Estados Unidos, Taiwán, Australia, Nueva Zelanda, Suecia y Reino Unido, por estudiar cómo y por qué los vombátidos (familia de marsupiales que vive en Australia) son capaces de producir heces en forma de cubo. Resulta interesante que es el segundo premio Nobel Ig Nobel otorgado a Patricia Yang y David Hu. Ellos y otros dos colegas lo compartieron en 2015, por probar el principio biológico de que casi todos los mamíferos vacían sus vejigas en unos 21 segundos.

La ceremonia finalizó con el tradicional discurso de despedida de dos palabras: “Adiós, adiós”.

Muletas de cartón de bajo costo

Rafael Riego, diseñador industrial egresado de la Universidad Anáhuac, creó unas muletas de cartón capaces de soportar hasta 150 kilogramos de peso y que cuestan 40 pesos. Con este aparato quedó como finalista en el concurso James Dyson, edición México.

El concurso James Dyson tiene el objetivo de impulsar a jóvenes estudiantes de las carreras de ingeniería o diseño industrial que hayan terminado su carrera en no más de cuatro años a realizar proyectos innovadores con el fin de resolver problemas sociales, a bajo costo y que sean amigables con el ambiente. En la convocatoria participan 31 países, entre ellos el Reino Unido, Estados Unidos,



Alemania, Suiza, España y Canadá. El ganador obtendrá un premio de 780 000 pesos para que pueda iniciar su proyecto.

El dispositivo ortopédico se fabrica con materiales reciclables y está diseñado para ser accesible a un porcentaje alto de la población. Es ligero, fácil de transportar y tiene una vida útil de hasta cinco meses. Se compone de una carcasa en forma de V y dos ejes principales para ajustar la altura como en las muletas convencionales. Este modelo también funciona como bastón cuando se acomoda para empacarse. El tipo de cartón que se requiere, de alta resistencia, puede adaptarse a las

necesidades específicas de climas o terrenos diferentes.

Riego ha practicado artes marciales toda su vida, y ha sufrido cinco lesiones de tobillo y rodilla, lo que lo obligó a usar muletas y bastón varias veces. Esta experiencia le hizo pensar en las personas que no tienen acceso a aparatos ortopédicos costosos y el riesgo que implica utilizar métodos inseguros para suplir esa necesidad. Ya en su carrera, estudió diferentes tipos de laminación del cartón, así como la geometría y el diseño de la obra del arquitecto español contemporáneo Santiago Calatrava. Al quedar como finalista, Rafael Riego aseguró que se dedicará a patentar su diseño y a obtener una asesoría financiera que le permita construir una planta productora para el diseño de aparatos contruidos con cartón y papel reciclado.

El legado de los Hinton

Para conservar un ecosistema es necesario primero entender qué especies lo conforman, cómo se relacionan, cuándo se reproducen, cuáles son las especies polinizadoras y qué clima lo domina. El primer paso lo dan los taxónomos, biólogos que se dedican a coleccionar y clasificar organismos y estudiar sus relaciones filogenéticas.

En el último número de la revista *Botanical Sciences* de la Sociedad Botánica de México se publicó un artículo sobre tres generaciones de la familia Hinton y su legado al conocimiento de la flora de nuestro país.

Esta historia empezó en la ciudad de Londres en 1882, cuando nació George B. Hinton, hijo de padres británicos, ambos matemáticos y escritores. La familia se fue a vivir primero a Japón y después a Estados Unidos. George estudió ingeniería metalúrgica y en 1911, cuando tenía 29 años, emigró a México. Poco después se fue a trabajar a la mina El Rincón, en el Municipio de Temascaltepec, Estado de

México. Ahí, el botánico británico Arthur Hill, entonces director de los Reales Jardines Botánicos de Kew, le propuso recolectar plantas de los alrededores de la mina, una región poco conocida para la ciencia. George aprendió a coleccionar y preservar plantas. En 1937 se le unió su hijo James, y más tarde su nieto, George Sebastian. De cada planta preparaban varias muestras que enviaban a distintos museos, jardines botánicos y universidades, como los herbarios del Kew, la Universidad de Harvard, el Museo Británico, el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. George Hinton falleció en 1943, pero su hijo y su nieto siguieron coleccionando plantas.

Recientemente, unos investigadores del Instituto de Biología se dieron a la tarea de consultar la lista de especies y bases de datos, tanto nacionales como extranjeras, para poder evaluar la contribución real de la familia Hinton



Hunnemanía hintoniorum.

al conocimiento biológico de nuestra flora. Analizaron 28 947 registros de 1 654 localidades diferentes de 5 730 especies. Muchas de las plantas coleccionadas por los Hinton son de regiones aún poco estudiadas, o que ya han sido destruidas, por lo que la información resulta invaluable. El artículo concluye que las tres generaciones de Hinton, a través de décadas, coleccionaron miles de plantas de 13 estados y aportaron conocimiento científico acerca de seis géneros y 621 especies que no habían sido descritas por la ciencia, un récord difícil de igualar.

Los mejores aliados: los árboles

Enfrentamos un reto de enormes proporciones como resultado del cambio climático. Sabemos que la temperatura del planeta se ha elevado cerca de 0.9°C, los océanos se están acidificando, las capas de hielo de los polos se derriten, los glaciares retroceden, ha aumentado el nivel del mar y los eventos climáticos extremos, como huracanes, ciclones y sequías, aumentan en intensidad. Ante este panorama, científicos de todo el mundo están planteando distintas formas de entender cómo adaptarnos a estos cambios y de reducir la producción y cantidad de gases de efecto invernadero.

Un equipo internacional de investigadores de la FAO y la Escuela Politécnica Federal de Zúrich se dedicó a buscar un método efectivo de combatir el cambio climático y llegaron a la conclusión de que los seres humanos nos deberíamos dedicar a sembrar árboles por millones.

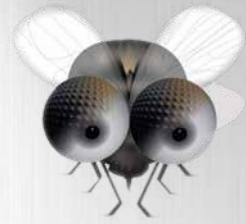
Los árboles tienen una característica que los hace poderosos aliados contra el cambio climático: absorben el CO₂ de la atmósfera, que no es el único, pero sí de los más importantes gases de efecto invernadero. Lo absorben y lo fijan en su tronco y ramas. Los investigadores analizaron 80 000 fotos satelitales de la superficie sólida del planeta, que categorizaron de acuerdo con 10 características de suelo y clima. Con esta información detectaron las áreas que eran adecuadas para sembrar distintos tipos de bosques nativos y que no eran zonas de cultivo ni urbanas. Concluyeron que hay 1 600 millones de hectáreas en las que se podrían sembrar bosques y que si reforestamos 900 millones de hectáreas, un área similar a la superficie total de Estados Unidos, los árboles, ya maduros, absorberían tanto CO₂ en las siguientes décadas que eliminarían 2/3 partes de las emisiones de carbono producidas por los seres humanos desde la Revolución Industrial.

Los resultados de esta investigación se publicaron en la revista *Science* y muestran que esta podría ser la manera más efectiva de combatir el cambio climático. Otras acciones deberían de hacerse en paralelo, como sustituir los combustibles fósiles por energías limpias y reducir la producción y consumo de plástico, ya que necesitamos algunos años para que los árboles alcancen su máxima capacidad de absorción de CO₂. Son muy buenas noticias.



ojodemosca

Por Martín Bonfil Olivera



El problema con las drogas

El problema con las drogas es que nos hacen sentir muy bien. Demasiado. Por eso, una vez que las probamos, es tan difícil dejarlas.

Esto se debe a que activan los centros de placer de nuestro cerebro: sus moléculas encajan en los receptores de las células nerviosas encargadas de producir sensaciones placenteras, y las sobreestiman. Así, las drogas son capaces de alterar nuestra percepción y nuestro comportamiento.

Pero no basta producir placer y tener efectos “psicoactivos” para que una sustancia sea considerada droga. Debe también generar un *comportamiento adictivo*: que la persona sea incapaz de dejar de consumirla compulsivamente, aun cuando le ocasione consecuencias negativas (a su salud, vida social, trabajo, familia, economía, e incluso si le trae problemas con la ley).

Asimismo, para ser considerada droga, su uso debe presentar características de *dependencia*: el consumo se vuelve mucho más importante para la persona que otros comportamientos que antes valoraba (deportes, lectura, pasatiempos). Además, se va adquiriendo *tolerancia* a la droga, es decir, para lograr el mismo efecto hay que consumir una cantidad cada vez mayor. Por último, debido a la dependencia, si se abandona el consumo se presentan síntomas físicos o psicológicos que pueden llegar a ser graves: el *síndrome de abstinencia*.

¿Qué es, entonces, una droga? ¿Por qué prohibimos legalmente el consumo de marihuana, cocaína, opio, heroína, éxtasis, *crack*, LSD, anfetaminas y demás, mientras permitimos el consumo legal de otras sustancias que alteran el comportamiento, como el café (la sustancia psicoactiva más usada en el mundo), el alcohol y el tabaco, estas dos últimas capaces de causar adicción?

En realidad, lo que hay que reconocer —y más en estos tiempos en que se está discutiendo, a nivel global y nacional, la despenalización del consumo de algunas drogas, en especial la marihuana— es que el considerar a una sustancia como una droga peligrosa e ilegal —debido al daño personal y social que causa—, o bien como un estimulante legal, es en gran medida una convención social.

Pero también hay que recordar que hay de drogas a drogas: algunas son *mucho* más dañinas y adictivas —más peligrosas— que otras. Muchas de las drogas ilegales tienen efectos gravísimos sobre la salud física y mental de sus usuarios. Por eso su consumo, sea legal o ilegal, sobre todo si es excesivo y se convierte en adicción, puede causar gravísimos daños al individuo y la sociedad.

Al final, se trata de una cuestión de grados y de responsabilidad: habrá que discutir como sociedad, y decidir como individuos, qué drogas queremos legalizar y por qué, y en qué medida estamos dispuestos a consumirlas sin riesgo.



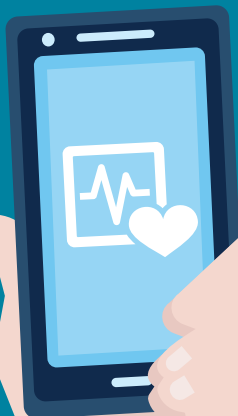
Un laboratorio en tu bolsillo

Por Jonathan Cueto Escobedo y Gabriela Nachón García

Los teléfonos inteligentes ya son parte inseparable de la sociedad, pero ahora también podrían ser una gran herramienta de investigación de la salud humana.



orio



Imágenes Shutterstock

CIENCIA CIUDADANA

En 2013 unos investigadores de la Universidad de Leiden, Países Bajos, distribuyeron dispositivos ópticos para adosar al celular de 8000 voluntarios. Los participantes sólo tenían que tomar una foto del cielo en su localidad; el dispositivo convertía su teléfono en un analizador de partículas atmosféricas.

En el lapso de un día se reunieron suficientes datos para trazar un mapa detallado de la contaminación por partículas en todo el país. El proyecto se ha extendido a 11 ciudades europeas.

—S.R.

Para los jóvenes sucedió hace mucho tiempo, para los mayores no fue hace tanto, pero el 23 de octubre de 2001 Steve Jobs anunció el lanzamiento al mercado del dispositivo iPod con la frase “mil canciones en tu bolsillo”. Con el paso del tiempo, las funciones del iPod se trasladaron al teléfono iPhone y a todos los celulares. Hoy en un teléfono inteligente se guardan no sólo nuestras canciones favoritas, sino una parte importante de nuestras vidas: la información de los contactos, los videos de los cumpleaños, las fotos de las vacaciones y es a la vez el acceso a nuestros correos electrónicos y redes sociales, juegos y hasta los apuntes de la escuela.

Ahora, además, los científicos han convertido nuestros teléfonos inteligentes en herramientas para la investigación; por medio de aplicaciones especiales, se vuelven instrumentos para recolectar datos valiosos.

Cazadores de enfermedades

Imagínense que contraen una enfermedad infecciosa. Lo primero que se preguntarían es cómo se contagiaron. Lo segundo sería cómo curarse. Entre estas dos preguntas hay otras incógnitas: cómo evitar contagiar a los demás, qué hacer para curarse más rápido y no volver a enfermarse. Para contestar estas preguntas se necesitan datos, datos y más datos.

A mediados del siglo XIX la ciudad de Londres había empezado a crecer desmesuradamente debido a la Revolución Industrial. Por esa época hubo grandes epidemias de cólera que mataron a miles de personas en muy poco tiempo. Para evitar más muertes había que saber cómo se contagiaba la enfermedad.

Antes de 1854 se creía que el cólera sólo podía transmitirse por contacto directo con un enfermo y que el contagio se debía a los miasmas (o vapores malignos) que emanaban de esa persona. Pero un joven médico llamado John Snow que vivió muy de cerca una de estas epidemias desarrolló una hipótesis diferente.

Mientras todo el mundo pensaba que se debía prohibir el contacto directo con los enfermos, John Snow estudió el agua que bebían las personas de Londres porque sospechaba que ahí estaba el agente que producía el contagio del cólera. Afortunadamente para Snow, las personas de los distritos afectados de Londres consumían agua del río Támesis distribuida por únicamente dos empresas, así que el joven médico, auxiliado por otros colegas, fue de puerta en puerta a investigar cuál empresa surtía cada casa de la zona afectada. En un artículo publicado en 1856 señaló que esas empresas suministraban agua por igual a ricos y pobres, “por lo que había una población de 300000 personas de diversas condiciones y ocupaciones intrincadamente mezcladas dentro de la ciudad, pero dividida en dos grupos por una sola característica: el consumo de agua”.

De los clientes de una compañía murieron sólo 313 mientras que de los de la otra murieron 2443. Snow no tardó en relacionar esta diferencia con el origen del agua de ambas compañías, que la recolectaban en distintos puntos del río Támesis. El agua que causó más víctimas estaba contaminada por desechos de las cañerías de la ciudad que llegaban al río. La comunidad médica dudó de las conclusiones de Snow. Sin embargo, con el tiempo sus investigaciones sirvieron para evitar contagios y salvar vidas, por lo que hoy se considera a Snow uno de los precursores de la investigación epidemiológica.

Dime qué haces y te diré qué padeces

La investigación de Snow resalta la importancia de recolectar datos epidemiológicos. Pero descubrir las causas de otras enfermedades más complejas requirió que los científicos perfeccionaran sus estrategias para obtener información. Las investigaciones epidemiológicas de hoy analizan un gran número de personas: estudian sus hábitos alimenticios y de salud, así como su actividad física. Solicitando registros diarios mediante entrevistas, además de pruebas de laboratorio cada tantos meses o años, los investigadores pueden encontrar las posibles causas de algunas enfermedades.



En 1948 un equipo de investigación reunió a 5000 habitantes de Framingham, Massachusetts. Los participantes se sometieron a un examen físico y a una entrevista sobre su estilo de vida. Cada dos años, los participantes regresaban para completar su historial médico y hacerse un examen físico y pruebas de laboratorio. En 1974 se sumaron al estudio 5000 personas más, hijos y esposas de los primeros participantes, y así se fueron añadiendo varias generaciones hasta 2003. Las décadas de monitoreo a los voluntarios de Framingham permitieron descubrir que las personas más propensas a padecer enfermedades cardiovasculares eran las que tenían presión y colesterol altos, fumaban, engordaban, no hacían ejercicio y padecían diabetes. Estas características eran factores de riesgo de estos padecimientos, algo que hoy todo mundo sabe, pero que no se había comprobado científicamente hasta entonces.

Gracias al gran número de voluntarios que participaron en el estudio, los resultados pueden ser válidos para otras poblaciones de casi cualquier lugar del mundo. Además esto compensa la pérdida de datos debida a que durante todo ese tiempo muchos pacientes pudieron fallecer, mudarse a otra ciudad o simplemente abandonar el estudio. Puesto que muchos voluntarios se pierden, es mejor empezar con voluntarios de sobra. Otro problema es que se debe confiar en su memoria y su honestidad cuando responden cómo se cuidaron en los últimos meses. A mí se me olvida hasta qué comí ayer. De ahí que pueda haber fallas que afecten la exactitud de los resultados.

Ciencia al teléfono

Aquí es donde hacen su entrada los teléfonos inteligentes. Los científicos están aprovechando las capacidades de estos aparatos para realizar sus investigaciones. Los voluntarios pueden usar el celular para enviar sus datos a los institutos de investigación en vez de acudir a llenar bitácoras, lo cual favorece que no abandonen el estudio.

Los teléfonos permiten recolectar datos muy precisos mediante sensores como los acelerómetros, que pueden medir la actividad física, así como los sistemas de posicionamiento GPS, los monitores

de frecuencia cardíaca, y los micrófonos y analizadores de sonido. Los datos de millones de voluntarios de todo el mundo pueden enviarse por internet a los centros de investigación en un solo clic. Tan sólo en México hoy existen 77 millones de teléfonos inteligentes, y se estima que para 2025 en todo el mundo habrá más de 5000 millones de teléfonos con sensores avanzados para medir muchas más cosas.

Un ejemplo son las aplicaciones Diabeticos y Foodlog, que monitorean la salud y estilo de vida de pacientes diabéticos. La aplicación calcula las calorías y el porcentaje de carbohidratos, proteínas y grasas con sólo fotografiar los alimentos. Los voluntarios de un estudio realizado con estas aplicaciones recibieron un glucómetro digital para medir su glucosa por la mañana. Los acelerómetros (que detectan pasos y saltos del portador del teléfono) sirvieron para calcular su actividad física diaria. Toda esta información se recabó y se envió a los investigadores para su análisis. El paciente recibía consejos acerca de su dieta o felicitaciones por sus cuidados. El estudio demostró que los enfermos de diabetes que usaron las aplicaciones controlaron mejor sus niveles de glucosa en comparación con quienes no las usaron. De la misma manera, se están desarrollando muchas otras investigaciones en humanos en diferentes áreas científicas.

Mil experimentos en tu bolsillo

Ante esta oportunidad, en 2015 la compañía Apple lanzó el paquete ResearchKit, una plataforma que permite a cualquier científico crear aplicaciones para iPhone que las personas pueden descargar para participar en investigaciones científicas desde la comodidad de su casa. Ahora la compañía que lanzó el iPod hace 18 años con la promesa de ponernos mil canciones en el bolsillo brinda a los científicos una poderosa herramienta de investigación. Seguramente en pocos años llevaremos mil estudios científicos en marcha dentro del bolsillo.



Un experimento científico de ciencia ciudadana con teléfonos inteligentes puede generar más datos de los que un equipo de investigadores podría procesar en muchos años con computadoras tradicionales en un laboratorio. La información no solo es voluminosa, sino diversa: hoy se pueden medir al mismo tiempo muchas variables, lo que complica aún más el análisis posterior. Los teléfonos inteligentes son herramientas fundamentales en esta era de datos masivos, o *big data* (véase *¿Cómo ves?*, Núm. 241). Las compañías Google, Amazon y Microsoft ofrecen servicios de almacenamiento y análisis de estos datos masivos en la nube. Son buenas noticias para los científicos: hoy no necesitan ni campañas prolongadas de recolección de datos que se extiendan durante años ni súpercomputadoras propias que pueden costar millones de dólares.

—S.R.

TEMBLORES

En la Universidad de California, campus Berkeley, se desarrolló una app para detectar y medir temblores con el celular. Se llama MyShake y puede distinguir entre las sacudidas debidas a un sismo y las del movimiento normal del usuario. Una app de sismología distribuida ampliamente puede ayudar a trazar mapas de la magnitud de un sismo y los daños que causa, todo en muy poco tiempo.

—S.R.

TODO EN UNO

Un sensor es un dispositivo que mide alguna forma de energía (por ejemplo, la temperatura) y lo convierte en una señal que luego puede ser leída por un instrumento electrónico. Hoy en día los teléfonos inteligentes están equipados con sensores cada vez más precisos.

Acelerómetro. Es el sensor que mide movimiento, posición, vibración y aceleración. En los teléfonos su uso común es detectar desplazamientos, inclinaciones y velocidad; es el encargado de girar la imagen de la pantalla si mueves el teléfono, determinar tu velocidad y registrar tu actividad física, por ejemplo, los pasos que das. Se investiga su uso para monitorear la postura o detectar caídas del usuario.

Giroscopio. Se emplea para determinar la velocidad de rotación del teléfono con respecto a tres ejes. Detecta leves giros en el aparato así como su orientación (le ayuda al acelerómetro a saber cómo está orientado el teléfono). La cámara del celular se apoya en este sensor para corregir movimientos involuntarios y evitar que tus fotos salgan borrosas. Con una aplicación puede monitorear a personas con Parkinson o ataques epilépticos.

Sensor de proximidad. Determina la cercanía o posición de un objeto en relación a la pantalla. Es gracias a este sensor que se desactiva el teclado y el ahorro de energía del teléfono, por ejemplo, durante una llamada telefónica, cuando la cara está cerca de la pantalla.

Sensor de luz ambiente. Este sensor detecta la presencia o ausencia de luz mediante fotocélulas; ajusta el brillo de la pantalla y por ende reduce el consumo energético.

Magnetómetro. Es la brújula del teléfono y determina el ángulo del celular con respecto al polo magnético terrestre. Gracias a este sensor nuestros teléfonos determinan en qué dirección nos estamos moviendo. Usando datos del acelerómetro y del GPS nos puede ubicar en el mapa y así nuestros teléfonos se vuelven instrumentos de navegación.

GPS. Apoyado en satélites calcula y nos indica nuestra localización geográfica. Un GPS moderno también puede apoyarse en datos como la fuerza de la señal celular (distancia a una antena celular) para proporcionarnos una localización más precisa.

Cámara. Existen aplicaciones para realizar pruebas oftalmológicas sencillas pero aún no son muy confiables.

Micrófono y analizadores de sonido. Proporcionan información vital sobre el ambiente donde se mueve el individuo. Usando el micrófono del teléfono móvil algunos investigadores han desarrollado un espirómetro (instrumento que mide el flujo y volumen del aire inhalado y exhalado por los pulmones).

Uno de los retos es la privacidad y el empleo responsable de los datos. Todos nos hemos sentido espiados cuando, después de hablar de un tema en redes sociales, recibimos anuncios de productos relacionados con ese tema, pero los datos de nuestros hábitos de salud y de nuestros padecimientos son información aún más delicada, y los investigadores que usan estas apps están obligados a proteger la confidencialidad de los participantes. En este sentido, Apple ha manifestado que los datos recabados por las apps de-

sarrolladas con ResearchKit serán completamente confidenciales y sólo estarán disponibles para los investigadores. Para proteger la identidad de los voluntarios, ni siquiera la misma empresa Apple tendrá acceso ni podrá utilizar esta información.

Usando ResearchKit se han desarrollado ya aplicaciones como EpiWatch, que usa los acelerómetros para registrar ataques epilépticos con el fin de obtener datos que ayuden a encontrar mejores tratamientos. Por si fuera poco, la aplicación envía una alerta a los familiares del portador cuando empieza una crisis epiléptica.

Una app llamada Neurons monitorea los síntomas de pacientes con esclerosis múltiple. Sleep Health permite registrar

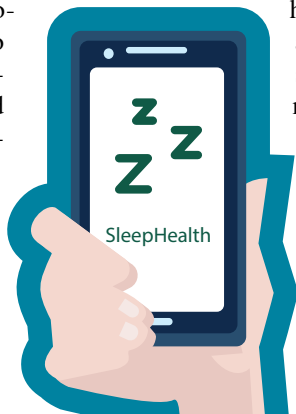
tus hábitos de sueño para estudiar los trastornos que lo afectan y mPower está diseñada para entender la evolución de la enfermedad de Parkinson con pruebas de destreza, equilibrio y memoria. Esta enfermedad deteriora el control de movimiento de los pacientes destruyendo las neuronas dopaminérgicas. La app mPower mide la capacidad del paciente de controlar sus movimientos en forma parecida a como se hace en el consultorio: con el teléfono en el bolsillo, se le pide al paciente que camine en línea recta. Los acelerómetros miden las desviaciones y los bamboleos del paciente (equilibrio). En una prueba distinta aparecen en la pantalla del teléfono dos círculos rojos que el paciente tiene que tocar alternadamente con los dedos índice y medio para medir su tiempo de reacción. Por último, la app le pedirá al paciente que acerque la boca al micrófono y diga “ah” durante 10 segundos. Las variaciones en las propiedades del sonido son una medida indirecta de la capacidad del paciente de controlar los músculos que producen la voz. Todos estos datos se analizan para monitorear el estado de salud del paciente con Parkinson, y este puede decidir si compartirlos o no con los investigadores.

Estas ventajas aumentarán drásticamente el número de participantes en estudios científicos, lo que aportará una gran cantidad de datos sin sacrificar precisión. Añádase que así los experimentos se llevarán a cabo en condiciones más normales para el participante, como el hogar en vez de un laboratorio. Los datos llegarán de regiones distintas, lo que permitirá medir el efecto de variables como el clima, la altitud y los productos alimenticios del país, y así identificar efectos geográficos, dietéticos y de actividad física. La

información adicional, como edad, sexo, ocupación, horas de trabajo y de sueño, permitirá analizar subgrupos y distinguir los efectos de las enfermedades o los tratamientos sobre hombres y mujeres, niños y adultos, y otros.

Una investigación que utilizó aplicaciones de celulares analizó a 4000 participantes en sólo cuatro meses. Obtener esta cantidad de datos mediante métodos tradicionales de investigación habría tomado más de tres años (ocho veces más tiempo). Ya hay cientos de experimentos publicados en revistas científicas, y sus autores afirman que los resultados son asombrosamente similares a los de los estudios realizados bajo condiciones controladas dentro de los institutos de investigación.

Los teléfonos inteligentes se están convirtiendo en una poderosa herramienta de investigación de todos los fenómenos relacionados con la conducta humana y la salud. Permiten estudiar a millones de personas de manera simultánea en todo el mundo, generando grandes avances en el conocimiento científico. Así que si alguna vez recibes una invitación a participar en una investigación a través de tu teléfono inteligente, revisa que estén en orden los aspectos éticos y anímate a colaborar con la comunidad científica para generar más conocimiento. Te tomará poco tiempo y a cambio podrías aportar mucho a la ciencia. 🗨️



Un equipo de físicos de partículas en la Universidad de California, campus Irvine, desarrolló una app llamada CRAYFIS que detecta cuando una partícula con carga eléctrica atraviesa e interactúa con los circuitos del teléfono. Este fenómeno sucede todo el tiempo y no tiene consecuencias, pero al integrar la información de muchos usuarios por medio de la app se pueden detectar las cascadas de partículas elementales que se forman cuando un rayo cósmico choca con una partícula atmosférica. A partir de la distribución de las señales se puede deducir la energía del rayo cósmico original.

—S.R.

MÁS INFORMACIÓN



- Finquelievich, Susana y Celina Fischnaller, “Ciencia ciudadana en la sociedad de la información: nuevas tendencias a nivel mundial”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*: www.redalyc.org/comocitar.oe?id=92431880001
- Rodríguez, Luz, “¿Qué aporta la ciencia ciudadana a los proyectos?”, *Revista IDESQBRE*: <https://idescubre.fundaciondescubre.es/revista/>

Jonathan Cueto Escobedo es doctor en psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es investigador del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Veracruzana.

María Gabriela Nachón García es investigadora y directora del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Veracruzana. Su investigación se centra en el papel de las emociones y el estrés en la ansiedad y las adicciones, y el impacto de ciertas enfermedades en otros padecimientos.

Pérdidas y ganancias

Entro al Museo Interactivo de Economía (MIDE). Al recorrerlo me aturden malos pensamientos: nadie me presta, tengo la tarjeta de crédito al tope... Dejo que esas sombras se disipen y vuelvo a poner atención: veo, leo, toco. Se acabó la visita. En las dos horas de recorrido, el peso mexicano perdió cinco centavos frente al dólar y yo salí del MIDE con 75 pesos menos en el bolsillo, pero con la vertiginosa ganancia de haber aprendido mucho sin haberme parado nunca en la Facultad de Economía.

René Chargoy Guajardo

Maestría en comunicación

FCPyS

UNAM-Convenio Fundación Ealy Ortiz



este espacio
ES TUYO

Aquí puedes publicar tus comentarios, reflexiones y experiencias en torno a la ciencia.

Envíanos un texto breve y tus datos a comoves@dgdc.unam.mx

Enrique Geffroy Aguilar



Por Anayansin Inzunza

PERSONALMENTE

Pasatiempos. Leer, leer y leer... Y me gustaría retomar mi afición por la guitarra.

Deporte. Buceo, tenis y caminar en el campo.

Arte. La música, especialmente los cantos gregorianos.

Mayor fortaleza. Perseverancia y paciencia.



De niño Enrique vivía a dos cuadras del mar, por lo que pasaba tiempo con su rústico anzuelo atrapando peces que luego su madre cocinaba; su éxito era tal que alcanzaba para los vecinos. “Los pescaba, los limpiaba y los entregaba a domicilio sin costo alguno. También buceaba, pero sin tanque de oxígeno, solamente con aletas, visor y snorkel y cazaba palomas, codornices y conejos” recuerda el investigador del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM.

Enrique nació en San Juan de los Planes, Baja California, población de 100 habitantes en donde todos se conocían. Su padre se dedicaba a la minería y a la agricultura, y su madre “era una generala que cuidaba de sus cuatro hijos: ella ordenaba y el resto acatábamos, pero era una buena mujer”, explica sonriendo.

El físico, cuya línea de investigación es la reología y mecánica de materiales, cuenta que su deseo de estudiar física en la Facultad de Ciencias de la UNAM lo llevó a la Ciudad de México, un cambio abismal en su vida: “Me sorprendieron el ruido ensordecedor, tanta gente y autos en la calle y las grandes distancias, pues de pequeño atravesaba en bicicleta la ciudad de La Paz en 20 minutos.

Hice buenos amigos en la UNAM y tuve excelentes maestros. Mi vida era la universidad; primero vivía solo pero después llegaron mis hermanos y mi madre para estar con nosotros hasta que todos terminamos nuestros estudios”.

La Facultad de Ciencias fue bondadosa con él ya que, dice, le brindó magníficos laboratorios para reali-

zar experimentos. Se enamoró de la física gracias a algunos profesores de La Paz y de la UNAM como Héctor Riveros, tan buenos o incluso mejores que los de Estados Unidos. Viajó después a California para estudiar el doctorado en ingeniería química en Caltech y posteriormente trabajar en la Universidad de California en Santa Bárbara, donde tomó cursos avanzados con científicos de la talla del premio Nobel de química Rudolph A. Marcus.

La parte medular de su doctorado fue en cinética química, termodinámica y fenómenos del transporte. Durante el segundo verano, su asesor, el doctor L. Gary Leal, le pidió un proyecto de investigación sobre dinámica de polímeros bajo flujos fuertes para la Oficina Naval de Investigación de Estados Unidos, a la que tienen acceso sólo investigadores de prestigio. “A la marina le interesaba mejorar el desplazamiento de los submarinos como lo hacen los delfines. Mi propuesta fue aceptada con altas calificaciones”, dice orgulloso el doctor Geffroy.

Otro de sus temas de estudio son los fluidos complejos o líquidos viscoelásticos. Hasta finales del siglo XIX, se consideraba que las fases de la materia eran tres: sólida, líquida y gaseosa. Hoy sabemos que son más y que hay materiales que presentan simultáneamente propiedades típicas de sólidos (elasticidad) y de líquidos (viscosidad). De ahí que se les denomine viscoelásticos. Uno de estos materiales es la boligoma que, si se deja reposar, fluye como líquido, pero si se lanza contra el suelo, rebota como canica. El flujo de la boligoma es lento, mientras que el choque y rebote sucede en una fracción de segundo. Como estos fenómenos se dan con escalas de tiempo y duración distintas, se les denomina complejos y pueden tener diversas aplicaciones, explica el reconocido investigador.

Retrato Arturo Orta / Fondo Shutterstock

Festival de **tacos**

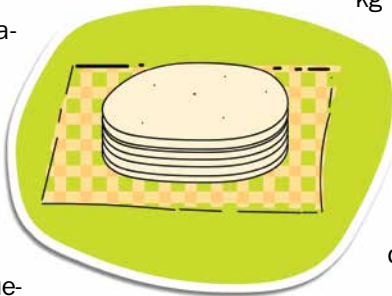
Por Antonio Ortiz

De tortillas

Los tacos de suadero, papas con chorizo, carnitas, barbacoa, bistec, birria, chicharrón, moronga, flor de calabaza o de pura sal y salsa no existirían si no fuera por las tortillas de maíz,

cuya producción en México es colosal: 630 millones de tortillas diariamente que, además de utilizarse para tacos, se comen con todo tipo de guisados, sopas, chilaquiles y enchiladas. De todas formas la tortilla nutre porque entre otras cosas contiene grasas, calorías, hidratos de carbono, fibras, magnesio, calcio, fósforo, potasio, niacina y vitaminas A, E, B1 y B2; 9 tortillas aportan 50% de los requerimientos diarios de esas sustancias.

A Patricia le pidieron en la escuela medio kilo de tortillas caseras y tuvo que hacerlas: remojar el maíz en agua durante 4 horas, lavarlo, cocinarlo a fuego lento con agua y una cuchara de sopa de cal viva por 20 minutos para que la cascarita del grano se le quitara fácilmente, luego cambiar el agua y dejar el maíz hervido reposar 7 horas, para luego colar, lavar y moler el maíz en un metate, agregándole un poco de agua para formar la masa que luego se trabaja en bolitas de unos 5 cm de diámetro, que se aplastan hasta crear discos de masa de 15 cm de diámetro y colocarlos en un comal caliente hasta que se cuezan por ambos lados. Patricia sabía que 1 kg de maíz rinde 1.5



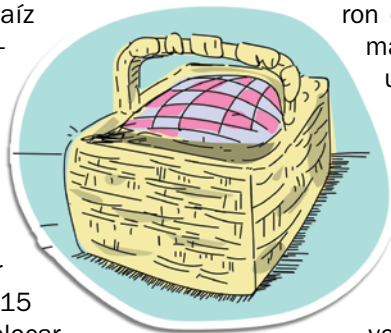
kg de tortillas, las cuales pesan unos 25 g cada una. Siguió la receta y logró hacer 1.5 kg de tortillas pero le quedaron más gorditas ya que con sólo 15 tortillas completó los 500 g que le habían encargado.

Ya en la escuela, Patricia y sus amigas Leticia, María y Sonia contaron cuántas tortillas había llevado cada una y, además de que cada una llevó un número distinto pero consecutivo de tortillas, encontraron que Leticia había llevado 1 tortilla menos que Patricia y que Sonia llevaba un número de tortillas exactamente igual a la mitad de lo que sumaban las de María y las de Leticia.

¿Cuántas tortillas llevaron entre todas?

De rellenos

La maestra de Patricia pidió tortillas a sus alumnos para hacer tacos de papas con chorizo y de chicharrón en salsa verde para el festival de la escuela. Todo el salón se puso a hacer los tacos y los acomodaron en 3 canastas, de tal manera que al final en una había 100 tacos de papas con chorizo, en otra 100 tacos de chicharrón en salsa verde y en otra 50 de papas con chorizo y 50 de chicharrón en salsa verde. Luego envolvieron cada canasta con manteles y Beto puso un papelito en cada canasta indicando su contenido.



Al notar la maestra que ninguna de las canastas coincidía con sus letreos, pidió desenvolver las 3 canastas para averiguar su contenido. Beto le dijo que para resolverlo sólo tenía que sacar 1 taco, ver de qué era, e inmediatamente sabría el contenido de cada canasta. Y eso hizo: sacó 1 taco, lo probó y reacomodó los letreos de las 3 canastas.

¿Qué decía el letrero de la canasta de la que Beto sacó 1 taco?

De pesadilla

Durante el festival de la escuela Simón comió tantos tacos que por la noche tuvo una pesadilla: estaba en un callejón rodeado de muchos perros, de los cuales 1 estaba ciego, 1 podía ver con su ojo izquierdo, 1 podía ver con su ojo derecho, 1 podía ver con ambos ojos, 1 no podía ver con el ojo izquierdo y 1 no podía ver con el ojo derecho.

¿Con cuántos perros como mínimo soñó Simón?



SOLUCIONES AL NÚMERO ANTERIOR

Rayitas. Una forma es agregarle una rayita al segundo "+" para transformarlo en 4: $5+5+4+5=555$; la otra es ponerla en diagonal sobre el signo igual: $5+5+5 \neq 555$

Oso polinizado. Blanco.

Flores gratis. Mariano hubiera pagado 85 pesos por las flores

