¿cómoves?
Divulgación de la Ciencia • UNAM

2 ANIVERSARIO

Biotecnología de la UNAM contra la pandemia

Los videojuegos y la salud
Qué dice la ciencia

A la conquista de Marte
Las nuevas misiones espaciales

Cronobiología navideña
¿Es Santa una alondra o un búho?

Año 23 • Núm. 265
ISSN 1870-3186

estaspáginas

De entrada
Estrella Burgos

Ráfagas
Noticias de ciencia y tecnología
Martha Duhne

Índice temático
¿Cómo ves?, Año 22

Al grano
Veintidós
Mónica Genis

Cómo sabemos
¿Cuándo termina una pandemia?
Beatriz Gutiérrez de Velasco

Ojo de mosca
El año que la ciencia importó
Martín Bonfil

Aquí estamos
Algo aterrador
Luisa Fernanda Ortega G.

Diseño
Georgina Reyes Coria
Ilustración
StonePictures/ Shutterstock
Animación portada
Ana Lara
Música
https://www.bensound.com
Año 23 • Núm.265
Diciembre 2020

Biotecnología contra la pandemia

Las investigaciones de un Instituto de la UNAM para hacer frente a la COVID-19, desde métodos de diagnóstico y modelos matemáticos hasta el desarrollo de fármacos y vacunas.
Guillermo Cárdenas Guzmán

¿Quién es?
Alejandro Rodrigo Jácome R.
William Cruz Castillo

¿Será?
Cronobiología navideña: ¿Es Santa una alondra o un búho?
Luis Javier Plata

En vela
Los cielos de diciembre
Sergio de Régules

¿Qué hacer?
Ciencia para leer, escuchar, ver y visitar

Falacias
El asombroso Randi, flagelo de los charlatanes
José Manuel Posada

Retos
Frío y caliente, ahora y después
Antonio Ortiz

Los videojuegos y la salud: qué dice la ciencia

Investigaciones recientes sobre este pasatiempo y sus impactos positivos y negativos en niños, adolescentes y adultos.
Guillermo Murray Tortarolo

Fitonutrientes

A la conquista de Marte

Tres sondas espaciales van camino del planeta rojo y llegarán en febrero de 2021. Por varias razones, todas son pioneras en su tipo.
Daniel Martín Reina

Descarga la **guía del maestro** www.comoves.unam.mx

deentrada

Nuestra revista cumple 22 años de salir cada mes en forma ininterrumpida. Si bien nos gusta mucho celebrar los aniversarios, llegamos a este en momentos difíciles para todos luego de nueve meses de pandemia en la que han fallecido más de un millón de personas en el mundo y en México casi 100 000.

Pero también se ha avanzado mucho en el desarrollo de vacunas, que probablemente empezarán a aplicarse en unos meses, y en la atención a los enfermos graves. Conocemos cada vez mejor al SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19, y sus efectos en el organismo. Miles de investigadores en el mundo trabajan y colaboran a marchas forzadas para que salgamos de esta situación. México participa activamente en este esfuerzo desde muy diversas instituciones.

En este número presentamos el trabajo del Instituto de Biotecnología de la UNAM en un reportaje de Guillermo Cárdenas Guzmán. Aprovechando la infraestructura que ya tenía y su personal científico altamente capacitado, este instituto se ha volcado, por ejemplo, en buscar nuevos métodos de diagnóstico de la COVID-19, estudiar genéticamente el SARS-CoV-2 e investigar sobre posibles vacunas y medicamentos antivirales.

La ciencia nos da la esperanza bien fundamentada de que superaremos esta crisis, y es lo que queremos destacar ahora, además de reconocer el esfuerzo extraordinario de los trabajadores de la salud en todo el país. También agradecemos el apoyo de nuestros lectores, colaboradores e integrantes del Consejo Editorial, que son quienes han hecho posible que lleguemos a un aniversario más.

En esta edición presentamos también lo que dice la ciencia sobre los videojuegos y la salud física y mental, en un artículo de Guillermo Murray Tortarolo. Daniel Martín Reina nos da los pormenores de las tres misiones a Marte que llegarán en febrero a ese planeta. En las secciones fijas encontrarás cuándo se acaba una pandemia, quién fue un campeón de la ciencia contra la charlatanería y una caracterización muy rigurosa de Santa Claus y su reloj biológico. ¡Feliz Navidad!

Estrella Burgos

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

Director General DGDC
César A. Domínguez Pérez Tejada
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**
Asesoría | **Alicia García B., Martín Bonfil, Mónica Genis**
Comercialización | **Gabriela García C.**
Suscripciones | **Guadalupe Fragoso**
Promoción y redes sociales | **Alma Ferreira, Alejandro Rivera**
Página web | **Roberto Ramírez G., José Segovia**
Edición digital | **Atenayhs Castro, José Luis Yañes, Guillermo Cárdenas, Ana Lara, Jorge Trejo**

Consejo editorial
Iván Carrillo, Rosa María Catalá,
Agustín López Munguía, Alejandro Magallanes,
Javier Martínez Staines, 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

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, CDMX, C.P. 04510. Tel.: (55) 56 22 72 97

redescv@dgdc.unam.mx
revistadigital@dgdc.unam.mx

Año 23, número 265, diciembre 2020

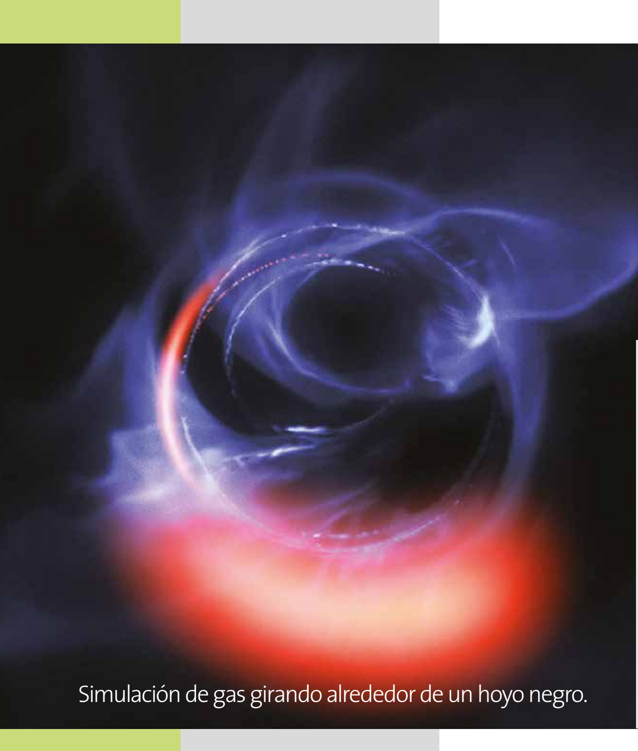
CONACYT ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

ráfagas

Por **Martha Duhne Backhauss**

Premios Nobel 2020

El Premio Nobel de Física se otorgó a tres investigadores. Una mitad es para el matemático británico Roger Penrose, de la Universidad de Oxford, por demostrar que la teoría general de la relatividad de Einstein predice la formación de agujeros negros en muy diversas circunstancias. La otra mitad se otorgó de manera conjunta al alemán Reinhard Genzel, del Instituto Max Planck de Física Extraterrestre, y a la estadounidense Andrea Ghez, de la Universidad de California, por descubrir un objeto compacto supermasivo (un agujero negro) en el centro de nuestra galaxia.



Simulación de gas girando alrededor de un hoyo negro.

ESO/Gravity Consortium/L. Calçada

En la teoría general de la relatividad de Einstein la gravedad no es una fuerza, como en la teoría de Newton. La presencia de un cuerpo como la Tierra deforma el espacio-tiempo y esta deformación es lo que percibimos como atracción gravitacional. La Luna no es atraída por la Tierra, sino que se mueve libremente siguiendo una trayectoria curvada por la presencia de nuestro planeta. La prueba más famosa de la teoría de la relatividad general se produjo cuando se confirmó que los rayos de luz, que se mueven en línea recta en ausencia de gravedad, también ven sus trayectorias alteradas por la curvatura del espacio-tiempo en torno a un objeto masivo.

Pero desde el principio los físicos se dieron cuenta de que la teoría hacía una predicción asombrosa: en ciertas condiciones muy especiales, un cuerpo esférico muy denso podía producir una deformación espacio-temporal tan grande que ni la luz escaparía de sus garras. Las condiciones en que se formaban estos objetos y sus consecuencias parecían tan absurdas, que el mismo Einstein nunca creyó que pudieran existir en la naturaleza. Diez años después de la muerte de Einstein, Roger Penrose demostró matemáticamente que estos objetos, que se empezaban a conocer como hoyos negros, no son solo una predicción caprichosa e insólita. Al contrario, son un "rasgo distintivo de la teoría" y se forman inevitablemente cuando la materia se comprime lo suficiente.

Este año los Premios Nobel para áreas científicas reconocieron investigaciones sobre hoyos negros, virus y edición genética.

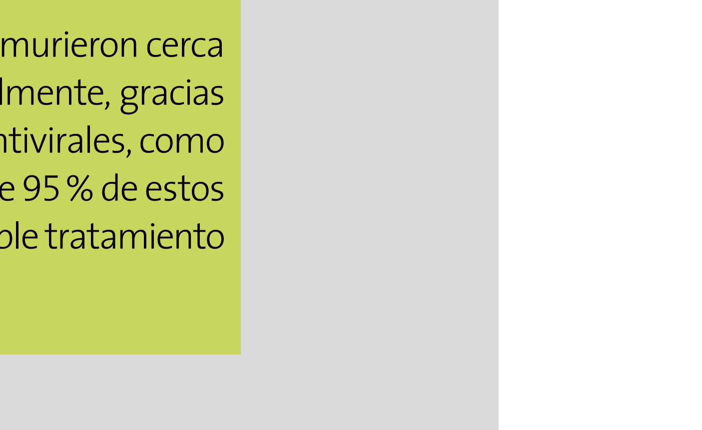
Muchos años después, Ghez y Genzel y sus equipos científicos desarrollaron independientemente métodos para ver a través de las enormes nubes de gas y polvo interestelar que obstruyen la línea visual hasta el centro de la Vía Láctea. Con estas técnicas observaron durante muchos años el movimiento de estrellas individuales que giran en torno a un objeto invisible y muy compacto que las mantiene en órbita a velocidades vertiginosas. A partir de estos movimientos los equipos de Ghez y Genzel deducen que el objeto tiene una masa casi cuatro millones de veces la del Sol concentrada en una región muy pequeña. Esto confirma lo que se sospechaba desde hace mucho: en el centro de nuestra galaxia (y posiblemente de la mayoría de las galaxias) hay un hoyo negro.

En 2019 pudimos ver por primera vez la imagen del horizonte de un hoyo negro que se encuentra en el centro de la galaxia M87. Esto fue el resultado de un proyecto en el que se reunieron ocho radiotelescopios terrestres para captar simultáneamente esta imagen. Uno de ellos fue el Gran Telescopio Milimétrico "Alfonso Serrano", situado en la cima del volcán Sierra Negra, en México.

El Premio Nobel de Fisiología o Medicina se otorgó de manera conjunta a los estadounidenses Harvey J. Alter, Charles M. Rice y al británico Michael Houghton por su descubrimiento e identificación del virus de la hepatitis C. Este hallazgo ha permitido desarrollar medicamentos que han salvado millones de vidas.

Ya sabíamos que ciertos tipos de hepatitis pueden deberse al consumo excesivo de alcohol, a toxinas ambientales o a enfermedades autoinmunes, pero lo más común es que la causa sea un virus. Desde los años 40 se conocían dos tipos de hepatitis viral, llamados A y B. El tipo A se transmite por agua y alimentos contaminados y por lo general tiene poco o ningún impacto a largo plazo en el paciente. El tipo B se adquiere por contacto con sangre o fluidos humanos contaminados y tiene efectos más graves. En algunos casos llega a producir cirrosis o incluso cáncer de hígado. Las personas infectadas con este tipo de virus pueden no presentar síntomas durante muchos años. La hepatitis B es causa de millones de muertes al año.

Harvey Alter y su equipo de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, descubrieron que un gran número de personas que recibieron transfusiones de sangre libre de hepatitis A y B desarrollaron un tipo de hepatitis crónica causada por un virus que también infecta a los chimpancés. A este nuevo virus lo llamaron hepatitis no A no B y durante más de una década trataron infructuosamente de descifrar su naturaleza.



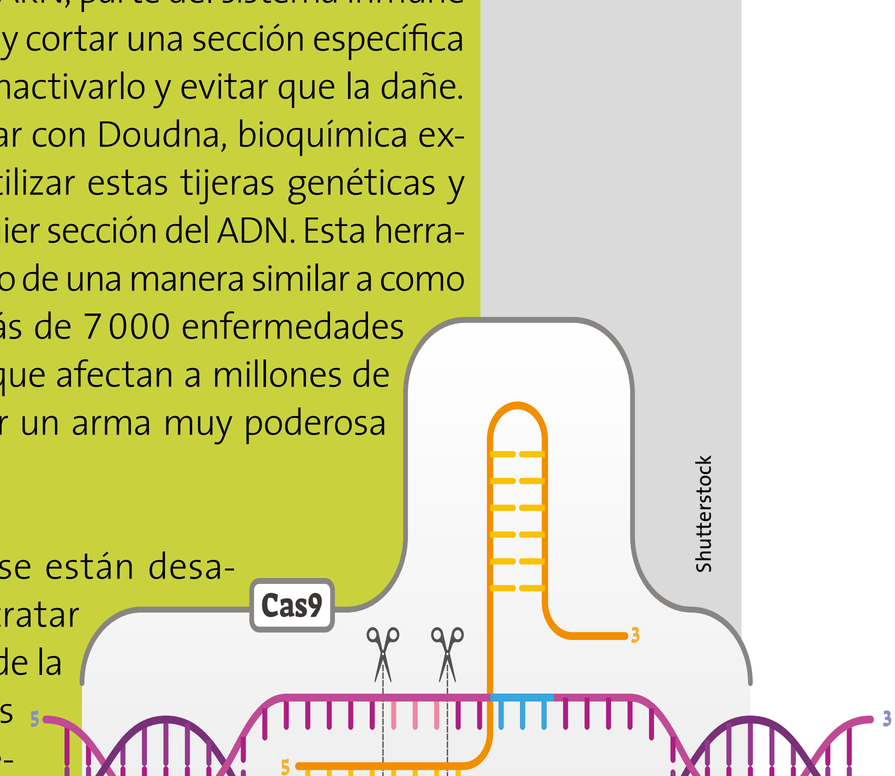
Scientific animations.com

Houghton y su equipo de la empresa farmacéutica Chiron lograron aislar este nuevo virus que pertenece a la familia Flaviviridae, igual que otros virus de importancia médica como el del dengue y el del zika, y lo llamaron virus de hepatitis C. Pero aún no se sabía si era el único responsable de este tipo de hepatitis. Rice, de la Universidad Washington de San Luis, Misuri, realizó una serie de experimentos con chimpancés y descubrió que este virus se transmitía por medio de transfusiones sanguíneas de una persona infectada. La Organización Mundial de la Salud calcula que en 2016 murieron cerca de 400 000 personas por el virus de la hepatitis C. Actualmente, gracias a estos descubrimientos, se han desarrollado fármacos antivirales, como el Sofosbuvir, aprobado en 2013, que pueden curar más de 95 % de estos casos. Este fármaco se está investigando ahora como posible tratamiento de la COVID-19.

El Premio Nobel de Química fue para la francesa Emmanuelle Charpentier, de la Unidad Max Planck para la Ciencia de Patógenos, en Berlín, Alemania, y para la estadounidense Jennifer Doudna, de la Universidad de California, por el desarrollo de la técnica CRISPR/Cas9, que permite localizar con asombrosa precisión cualquier secuencia del código genético del organismo que sea y cortarlo.

El material genético de los seres vivos es similar a una gigantesca biblioteca con textos escritos con solo cuatro letras. Las moléculas de ADN o ARN contienen la información necesaria para la construcción y funcionamiento de un organismo.

Charpentier descubrió una molécula desconocida hasta entonces en la bacteria *Streptococcus pyogenes*, el transARN, parte del sistema inmune de la bacteria, que le permite identificar y cortar una sección específica del material genético de un virus para inactivarlo y evitar que la dañe. En 2011 Charpentier empezó a colaborar con Doudna, bioquímica experta en ARN. Juntas aprendieron a utilizar estas tijeras genéticas y reprogramarlas para que cortaran cualquier sección del ADN. Esta herramienta permite editar el material genético de una manera similar a como lo hace un editor de textos. Existen más de 7 000 enfermedades hereditarias causadas por un solo gen que afectan a millones de personas; la edición genética podría ser un arma muy poderosa contra ellas.



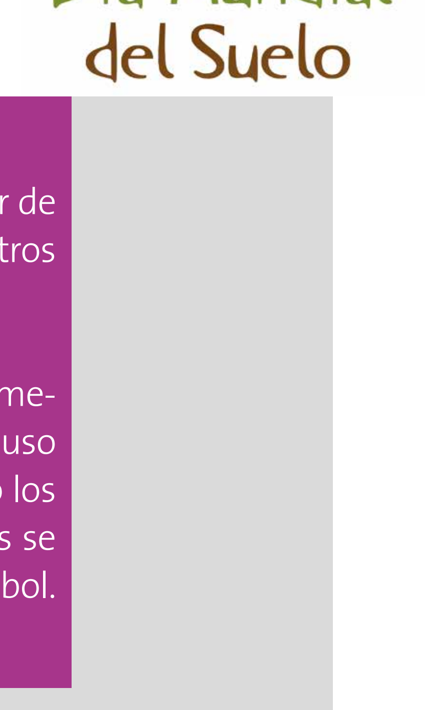
Shutterstock

Además, con la técnica CRISPR/Cas9 se están desarrollado nuevos medicamentos para tratar diversos tipos de cáncer. Y en el campo de la agricultura ha permitido desarrollar cultivos que toleran el exceso de humedad o sequía y resisten plagas.

Pero hay un problema, si esta herramienta se usa en células germinales, es decir espermatozoides y óvulos o sus precursores, las modificaciones y posibles efectos secundarios indeseables serían hereditarios.

Suelos para la vida

Se habla mucho de la riqueza biológica de México, resultado de la convergencia en nuestro territorio del clima neártico y el neotropical, de lo intrincado de su topografía, de la cantidad de ríos que lo cruzan y de sus diferentes microclimas. Es casi imposible no asombrarse al ver la vida en los bosques de niebla o en las selvas del sureste, e incluso en las zonas áridas del norte del país. Lo que requiere un ojo más entrenado es entender que detrás de todas estas maravillas naturales está la fertilidad del suelo.



© FAO 2020

El suelo no es solo un sustrato para que crezcan los árboles y otras plantas; es la base de la vida en la naturaleza: una gran reserva de carbono y un sitio que capta y filtra el agua. Un suelo rico en nutrientes (resultado de la descomposición de las plantas y animales que viven en su superficie), agua y minerales, es esencial para alojar plantas silvestres o cultivadas. Y es el hogar de millones de insectos, pequeños vertebrados, bacterias, hongos y otros microorganismos; también es un recurso no renovable.

La ONU designó el 5 de noviembre Día Mundial del Suelo como medida para intentar frenar las amenazas a este recurso: cambio de uso de suelo, contaminación, tala, crecimiento urbano y por supuesto los efectos del cambio climático. Se calcula que cada cinco segundos se erosiona en la Tierra una superficie equivalente a un campo de fútbol. El suelo fértil es un recurso limitado que es necesario proteger.

Técnica maya para purificar el agua

Los antiguos mayas del sureste de México y de Guatemala son célebres por varias razones: su arquitectura, su conocimiento de las propiedades medicinales de las plantas y su dominio de la astronomía y las matemáticas. Un descubrimiento realizado por investigadores de la Universidad de Cincinnati, el Instituto de Antropología e Historia de Guatemala y la Fundación Patrimonio Cultural y Natural Maya añade un desarrollo tecnológico: en la ciudad de Tikal, Guatemala, los mayas conocían la forma de filtrar el agua, el sistema más antiguo del que se tenga noticia.

Tikal es uno de los centros urbanos más grandes y poderosos de la civilización maya precolombina. Su población quizá llegaba a los 45 000 habitantes. Su arquitectura monumental data del siglo IV a. C., y alcanzó su apogeo durante el Periodo Clásico, entre el 200 y el 900 d. C. El nombre Tikal parece derivar de las palabras *ti ak'al*, que en idioma maya peninsular significa "pozo de agua".

En esta región la época de secas abarca de noviembre a abril. En esos meses la población dependía de agua almacenada que había que mantener limpia. Se conocen reservorios de agua antiguos desde hace años, pero recientemente, analizando el agua de uno de ellos, los investigadores encontraron que tenía significativamente menos contaminantes como metales pesados, toxinas producidas por algas y minerales asociados a heces que los otros. El equipo estudió los sedimentos del fondo de ese reservorio y descubrió que había cuatro capas de varios centímetros de espesor de pequeños cristales de cuarzo, que filtran el agua, pero no eliminan microbios. Al analizarla con más detalle, encontraron miles de cristales de zeolita, mineral volcánico cuya estructura porosa atrapa tanto microbios como minerales pesados. Muchos filtros actuales utilizan este mineral para limpiar el agua.

Glenn Marsch

Los investigadores localizaron a 30 km de Tikal una formación rocosa rica en zeolita y cuarzo que pudo ser la fuente de estos minerales. Los resultados de la investigación se publicaron en la revista *Scientific Reports*. El artículo concluye que es poco probable que los mayas conocieran en detalle las propiedades de la zeolita, pero sí reconocieron su capacidad de purificar el agua.

Biotecno logía
contra la pandemia

Por **Guillermo Cárdenas Guzmán**

Científicos del Instituto de Biotecnología de la UNAM participan en distintos frentes de batalla contra el SARS-CoV-2: desarrollo de pruebas diagnósticas, métodos de inmunización y análisis de la información genómica del virus, entre otras líneas de investigación.

La primera pandemia de la que hay registros escritos ocurrió entre los años 541 y 549 d. C. Los brotes infecciosos se originaron en Egipto y luego se diseminaron por la cuenca del mar Mediterráneo a través de Europa y Oriente Medio hasta llegar a Constantinopla, entonces capital del Imperio Romano de Oriente. El emperador Justiniano I enfermó por esta causa, pero a diferencia de muchos de sus súbditos logró sobrevivir mientras los cadáveres se apilaban al aire libre por falta de espacio, según relata el historiador de su corte, Procopio. El agente causal de la epidemia, que por esa razón se llamó la plaga de Justiniano, fue la bacteria *Yersinia pestis*, origen de la enfermedad que en el siglo XIV asoló de nuevo a Europa: la peste bubónica.

La plaga de Justiniano fue una de las epidemias más extensas y mortíferas. En sus sucesivas oleadas durante dos siglos ocasionó entre 25 y 100 millones de muertos.

En los últimos 2 000 años los historiadores han registrado 19 pandemias como esta, más de la mitad de origen viral como la famosa pandemia de influenza de 1918.

La pandemia que hoy azota al mundo, ocasionada por el virus SARS-CoV-2 (véase *¿Cómo ves?*, Núm. 256) está resultando tan desafiante como las del pasado, pero gracias a las herramientas de la ciencia y la tecnología hoy podemos enfrentarla mejor. Un ejemplo de ello es el trabajo de los investigadores del Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM.

Respuesta urgente

Ante la contingencia sanitaria, la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM llamó a los investigadores a sumarse a uno de los cuatro frentes de batalla establecidos contra el SARS-CoV-2: modelación matemática de la epidemia, estudios sobre medio ambiente y energía, producción de insumos para el sector médico y diagnósticos y desarrollo de fármacos y vacunas.

Diversos grupos del IBt han dado un giro a sus investigaciones para adherirse a la convocatoria y, junto con otras entidades, aprovechar su experiencia en este campo abordando líneas de trabajo que van desde el estudio de nuevos medios de diagnóstico o la secuenciación del genoma del virus, hasta métodos de inmunización y ensayos para producir nuevos compuestos antivirales. La idea es sumar los esfuerzos de expertos de muy diversos campos del conocimiento como la bioingeniería, la genómica, la bioinformática, la virología, la inmunología, la fisiología y la medicina para fortalecer el frente común contra el virus y aportar soluciones que ayuden a controlar y superar la pandemia.

"La biotecnología es un campo en el que convergen muchas áreas del conocimiento y eso es lo que ahora se requiere: una perspectiva interdisciplinaria para abordar este problema", dijo el director del IBt, Tonatiuh Ramírez, durante una videoconferencia transmitida por TV UNAM. Una de las líneas de estudio que lidera Ramírez junto con la investigadora Laura Palomares, también del IBt, es el desarrollo de pruebas serológicas (basadas en el estudio del suero sanguíneo) que permitan medir la respuesta inmunitaria de una persona que ha estado expuesta al virus SARS-CoV-2.

CUATRO FRENTES

La Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM propuso 4 frentes para combatir el SARS-CoV-2:

1. Modelación matemática de la epidemia.
2. Estudios sobre medio ambiente y energía.
3. Producción de insumos para el sector médico.
4. Diagnósticos y desarrollo de fármacos y vacunas.

Los científicos comparan cientos de muestras de sangre obtenida de personas antes de la pandemia, con otras de pacientes que se han recuperado de la infección. En el torrente de estos últimos se producen dos tipos de anticuerpos, las IgG y las IgM (inmunoglobulinas G y M), que pueden identificarse para dar seguimiento a los casos. Con esta herramienta, el equipo de Ramírez y Palomares podría realizar un tamizaje; es decir, rastrear el tipo de anticuerpos que producen distintos grupos de población especialmente vulnerables al virus, como médicos, camilleros o enfermeras, y de esta forma inferir si ya desarrollaron algún tipo de defensa. Si bien este estudio aún se encuentra en la fase experimental, pues no está claro si haber contraído la infección confiere inmunidad permanente, Ramírez considera que, en principio, podría aportar información útil para organizar y movilizar grupos de personas y programar más eficazmente el reinicio de actividades.

De igual forma, este conocimiento ayudaría a determinar qué pacientes son más aptos para convertirse en donadores de suero sanguíneo para aplicar terapia serológica a las personas gravemente enfermas de COVID-19, así como al desarrollo de vacunas.

Maniquíes y balas de plata

Otra línea de estudio en la que participa Tonatiuh Ramírez se basa en la experimentación con fragmentos específicos del virus para producir una formulación candidata a convertirse con el tiempo en vacuna, si supera las pruebas preclínicas y clínicas. Los científicos están aprovechando la infraestructura existente en sus laboratorios para desarrollar vacunas contra el zika y el dengue empleando partículas pseudovirales, es decir, muy similares en su estructura externa a los virus infecciosos pero que carecen de material genético y por ende de capacidad para replicarse e infectar.

Se trata según Ramírez de una especie de maniquíes del virus: estructuras huecas carentes de ARN que al entrar en contacto con el sistema inmunitario humano desencadenan la respuesta de protección buscada sin peligro de infección. Estas partículas tienen una alta capacidad de producir una respuesta inmunogénica; esto es, al ser expuestas al sistema inmunitario, este las reconoce y genera precisamente la respuesta que se busca con una vacuna.

¿Cuánto cuesta una pandemia?

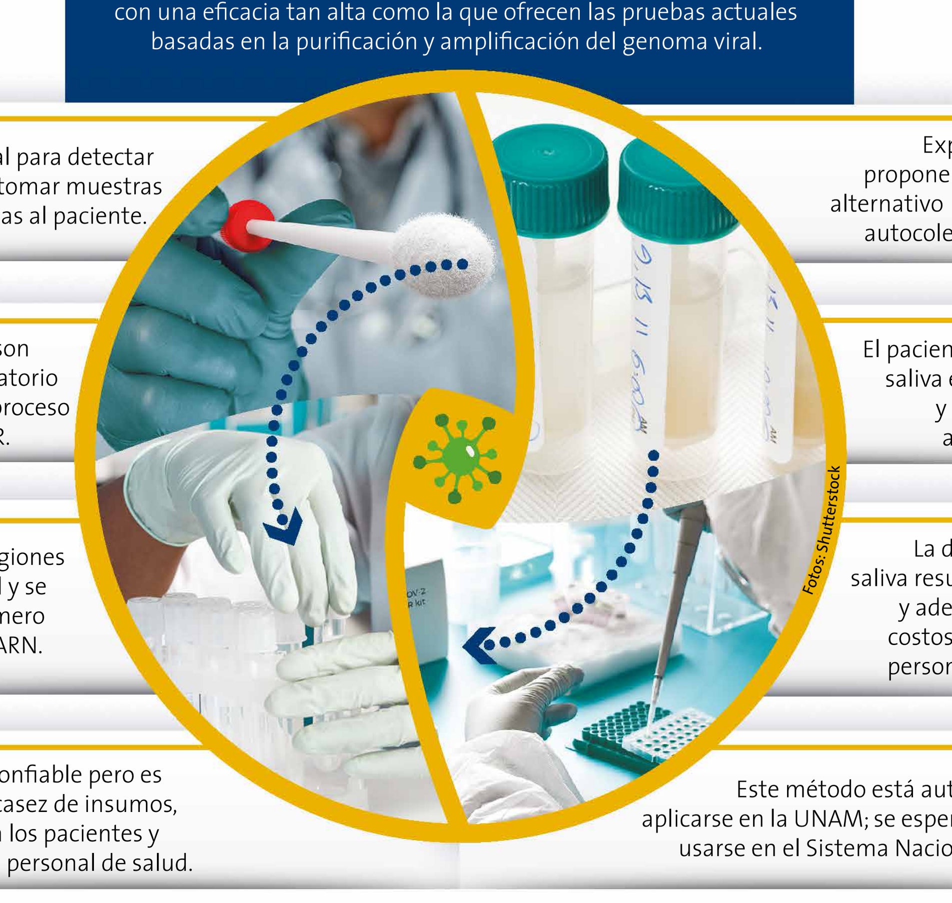
Los daños causados por una pandemia van más allá del aspecto sanitario, pues a los costos de diagnóstico y atención de pacientes afectados se suman otros de tipo social, económico y laboral. La epidemia del virus de influenza AH1N1 de 2009, que primero se detectó en México, tuvo un costo de más de 127 000 millones de pesos, según un cálculo de la Comisión Económica para América Latina. Esto representó alrededor del 1 % del Producto Interno Bruto del país para 2008, cifra que supera las pérdidas ocasionadas por el sismo de 1985 y otros terremotos.

Pero el costo de la crisis detonada por la propagación del SARS-CoV-2 no tiene comparación: si bien aún no es posible cuantificar su impacto, el Banco de México ha estimado que la pandemia provocará una caída de hasta 8.8 % del PIB nacional. Los costos se agravan cuando dependemos de insumos y tecnologías que desarrollan otros países, como sucede hoy con los ensayos para lograr una vacuna contra la COVID-19.

Por estas razones es importante apoyar y aprovechar las capacidades de investigación científica y tecnológica de las instituciones y centros de estudios que hay en México.

DETECCIÓN EN SALIVA

Uno de los grupos del Instituto de Biotecnología de la UNAM ensaya un método para detectar el SARS-CoV-2 a menor costo y con una eficacia tan alta como la que ofrecen las pruebas actuales basadas en la purificación y amplificación del genoma viral.



El estándar actual para detectar el virus requiere tomar muestras nasales o faríngeas al paciente.

Estas muestras son llevadas al laboratorio para aplicar un proceso llamado RT-qPCR.

Se amplifican regiones del genoma viral y se cuantifica el número de copias de su ARN.

Es un método confiable pero es costoso, hay escasez de insumos, es molesto para los pacientes y riesgoso para el personal de salud.

Expertos del IBt proponen un método alternativo basado en la autocolecta de saliva.

El paciente colecta su saliva en un envase y este se envía al laboratorio.

La detección en saliva resultó efectiva y además reduce costos y riesgos al personal de salud.

Este método está autorizado para aplicarse en la UNAM; se espera que pueda usarse en el Sistema Nacional de Salud.

Fotos: Shutterstock

Otra de sus líneas de estudio se enfoca en producir anticuerpos monoclonales; es decir, preparaciones que contienen un solo tipo de anticuerpo, obtenido mediante clonación de una célula B particular, que reconoce una región específica de la proteína viral. Esta tecnología ha dado paso a terapias que van directo al blanco que se busca, por eso se les llama balas de plata (se supone que una bala de plata es la única manera de matar a un hombre lobo).

Las terapias con anticuerpos monoclonales se han utilizado con éxito para tratar muchas clases de enfermedades crónicas y neurodegenerativas, y ahora en colaboración con la compañía mexicana Laboratorios Liomont, los expertos del IBt los están probando para el tratamiento de enfermedades virales. Actualmente están en la fase de desarrollo de las pruebas piloto iniciales para generar el material biológico con el cual se harán después los ensayos clínicos.

Curar con venenos

Desde hace varias décadas expertos del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos del IBt desarrollan antídotos contra la mordedura o picadura de animales ponzoñosos como alacranes, serpientes y arañas (véase *¿Cómo ves?* Núm. 215). Por su eficacia y rápidos efectos, estos antivenenos, conocidos técnicamente como faboterápicos, se han integrado al cuadro básico de medicamentos del sector salud.

¿QUÉ SE BUSCA EN EL IBt-UNAM?

Nuevos medios de diagnóstico	Crear pruebas serológicas para medir la respuesta inmunitaria de personas expuestas al virus SARS-CoV-2 y también determinar a los más aptos para donar suero sanguíneo. Crear una prueba de detección en saliva, más económica y menos molesta.
Nuevos compuestos antivirales	Desarrollar terapias con anticuerpos monoclonales para tratar enfermedades virales.
Métodos de inmunización	Emplear el conocimiento sobre venenos para inducir la inmunización mediante información genética de las proteínas del coronavirus. Mediante la experimentación con fragmentos específicos del virus producir una formulación candidata a convertirse en vacuna.
Secuenciación del genoma del virus	Secuenciar las cepas del virus que se han aislado en México.
Insumos para el sector médico	Apoyar en el diseño y fabricación de piezas y equipos médicos por impresión en 3D.

El proceso para producir faboterápicos, desarrollado por investigadores como Lourival Possani y Alejandro Alagón, se basa en la obtención y purificación de fragmentos de anticuerpos presentes en el suero sanguíneo animales, por ejemplo caballos, que tras haber sido expuestos al veneno desarrollan inmunidad. Sobre esta misma base tecnológica, la meta ahora es inducir la inmunización, pero en vez de usar las toxinas de alimañas se emplea información genética de las proteínas del SARS-CoV-2.

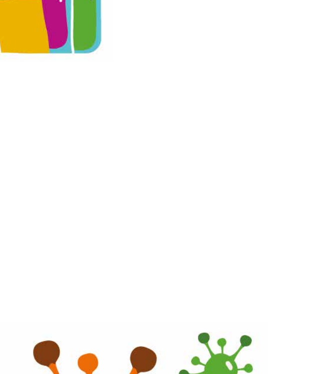
Gracias a la colaboración de Florian Krammer, de la Escuela Icahn de Medicina del Hospital Mount Sinai de Nueva York, los expertos del IBt han logrado producir con tecnología de recombinación de genes ciertas proteínas existentes en las espículas (picos) de la superficie del SARS-CoV-2. Con esto se puede reproducir de manera segura en el laboratorio la información clave del virus para utilizarla en la inducción de respuestas inmunitarias.

"La faboterapia se usa para inmunizar caballos, pero también como base de los ensayos serológicos (con anticuerpos)", dice Ramírez. Y añade que en menos de 12 días pueden generar suficiente material para desarrollar pruebas serológicas para más de 400 000 pacientes.

Detección en saliva

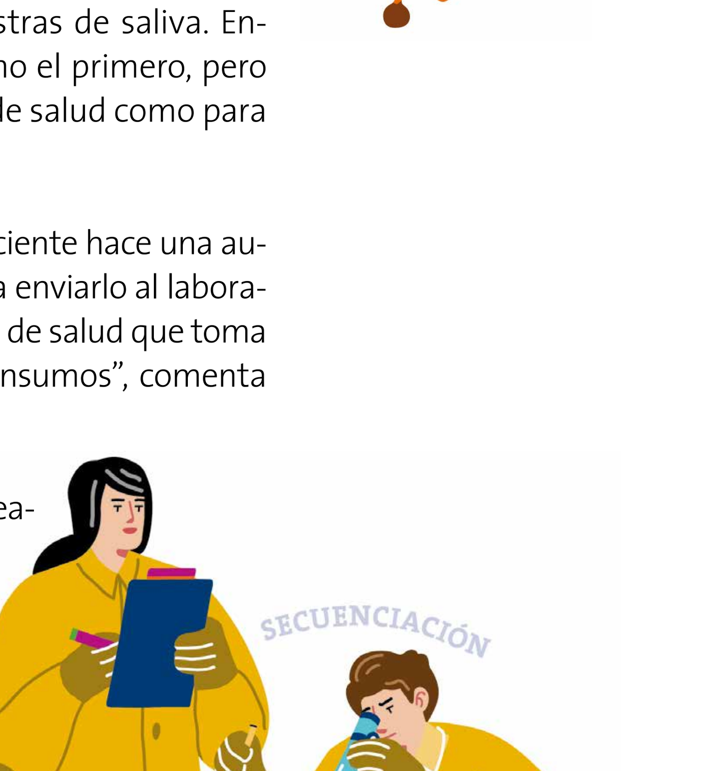
Una de las acciones más urgentes para contener la expansión de la pandemia consiste en incrementar la capacidad de realizar pruebas moleculares para rastrear si existe material genético del SARS-CoV-2 en una persona. Pero no hay que confundir esto con las pruebas para detectar anticuerpos en la sangre (véase *¿Cómo ves?* Núm. 262). El estándar internacional que hoy se utiliza para este fin es una prueba basada en la amplificación de fragmentos del ARN de este virus, que en inglés se denomina RT-qPCR.

Este método permite determinar cuántas copias de ARN hay en una muestra de tejido de las mucosas de nariz y garganta que se toma a las personas con ayuda de un hisopo especial. Aunque es mucho más preciso que las pruebas serológicas, tiene varios inconvenientes, pues además de ser costoso los materiales y reactivos que requiere son escasos debido a la alta demanda. Los virólogos Susana López Charretón y Carlos Arias, quienes han colaborado con el Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, proponen enfrentar este problema con otro método que consiste en tomar muestras de saliva que se envían a analizar al laboratorio. Con el apoyo de la Secretaría de Salud de Morelos, estado en el que se localiza el IBt, ambos expertos analizaron 250 muestras obtenidas mediante los dos procedimientos: exudado nasofaríngeo y muestras de saliva. Encontraron que este último resulta tan eficiente como el primero, pero es menos costoso y molesto tanto para el personal de salud como para los pacientes.



"La ventaja del método basado en saliva es que el paciente hace una auto-toma. Solo debe depositarla y cerrar el envase para enviarlo al laboratorio. Con esto se disminuyen riesgos para el personal de salud que toma las muestras y se reducen los costos en equipos e insumos", comenta López Charretón.

Esto es solo una pequeña muestra del trabajo que realizan los expertos del IBt en respuesta a la pandemia, labor que también abarca otras áreas de investigación como la secuenciación del genoma de las cepas del virus que se han aislado en México, la validación de métodos de diagnóstico, el desarrollo de antivirales y el apoyo en el diseño y fabricación de piezas y equipos médicos por medio de la impresión en 3D.



Por todo lo anterior no hay peor decisión que escatimar el apoyo que los investigadores científicos merecen de la sociedad y los gobiernos, y que necesitan para continuar buscando alternativas para frenar la expansion de este nuevo virus. Como en todas las grandes pandemias de la historia, el SARS-CoV-2 y otros virus aún desconocidos representan amenazas constantes para la humanidad. La ciencia es nuestra mejor arma para combatirlas.

- Palomares, Laura A., William H. Lee y Octavio Tonatiuh Ramírez, "Hacia la soberanía en salud: aportaciones de la investigación científica de la UNAM y de su Instituto de Biotecnología en la lucha contra la COVID-19", *Pluralidad y Consenso*, Año 10, No. 44, México, abril-junio 2020, en: http://ibt.unam.mx/computo/pdfs/palomares_30jun2020.pdf
- Programa Universitario de Investigación en Salud, UNAM: www.canva.com/design/DADoX5_GEFg/fiGIm3qjXD7GZow9S2knag/view?website#1

Guillermo Cárdenas Guzmán es periodista especializado en temas de ciencia, tecnología y salud. Ha laborado en diversos medios de comunicación electrónicos e impresos, como los diarios *Reforma* y *El Universal*. Actualmente es reportero de *¿Cómo ves?*

Descarga la **guía del maestro** para abordar este tema en el salón de clases.

índice**temático**

Astronomía

¿Adiós a la Gran Mancha Roja de Júpiter? (Daniel Martín Reina, Núm. 255, p. 8); **Así en Marte como en la Tierra** (Gabriela Terrés Riqué, Núm. 255, p. 20); **Montones de exoplanetas** (Anahí Caldú Primo, Núm. 256, p. 16); **Meteorito Allende. La roca que vio nacer al Sistema Solar** (Karina E. Cervantes de la Cruz y Antígona Segura Peralta, Núm. 258, p. 28); **Algo pasa con Betelgeuse** (Daniel Martín Reina, Núm. 261, p. 6); **La carrera estelar de Margaret Burbidge** (Daniel Martín Reina, Núm. 263, p. 9); **El helio: un recurso en vías de desaparición** (Luis Felipe Rodríguez, Núm. 264, p.16).

Biología

¿Por qué hay tan pocos pelirrojos en el mundo?* (Ingrid Halí Tokun Álvarez, Núm. 257, p. 16); **Arrebato** (Gina Coria y Roberto Melo, Núm. 257, p. 20); **Afines*** (Isabelle Marmasse, Núm. 261, p. 20); **No te piques** (Isabelle Marmasse, Núm. 262, p. 20); **Te quiero verde** (Núm. 264, p. 20).

Ciencia y sociedad

La normalidad no es para mañana (Sergio de Régules, Núm. 260, p. 6); **Qué tan útil es cerrar las fronteras ante una pandemia** (Aleida Rueda, Núm. 260, p. 16); **Racismo, selección artificial y la oveja británica** (Ingrid Tokun Haga, Núm. 261, p. 28); **El lado oscuro de los colores*** (Anahí Caldú Primo, Núm. 264, p. 28).

Economía

Producción sustentable: la clave de la economía circular (Guillermo Cárdenas Guzmán, Núm. 261, p. 16).

Física

¡Atrápame si puedes! (Ángela Posada-Swafford, Núm. 254, p. 24); **El acertijo de la gravedad cuántica** (Sidney Perkowitz, Núm. 257, p. 28); **Espatos de Islandia** (José Manuel Posada, Núm. 259, p. 20).

Ciencias de la Tierra

Ondas gélidas (Jorge Luis García Franco, Núm. 254, p. 8); **Crónica del último día** (Sergio de Régules, Núm. 254, p. 16); **Tierra a la vista con un clic** (Guillermo Cárdenas Guzmán, Núm. 255, p. 24); **Marie Tharp. La cartógrafa del fondo del mar*** (Iván de Jesús Arellano Palma, Núm. 260, p. 28).

Historia de la ciencia

Terraplanistas necios* (Sergio de Régules, Núm. 253, p. 32); **Contar con nudos: la historia de los quipus*** (Susana Biro, Núm. 254, p. 32); **Newton y la peste*** (Luis Felipe Rodríguez, Núm. 262, p. 9); **Hábitos** (Olha Kozachenko, Núm. 263, p. 20); **June Almeida. Descubridora del primer coronavirus humano*** (Iván de Jesús Arellano Palma, Núm. 263, p. 15).

Matemáticas

Inmunidad y matemáticas (María del Carmen Climént, Núm. 259, p. 16).

Medio ambiente

Jonutla, refugio de manatíes (Francisco Cubas, Núm. 253, p. 24); **Donde hubo fuego**

(USFWS, Núm. 255, p. 20); **Moda rápida: la industria que desviste al planeta** (Claudia Hernández, Núm. 257, p. 6); **Cero basura: el mejor desecho es el que no se genera*** (Guillermo Cárdenas Guzmán, Núm. 258, p. 16); **El planeta en pausa*** (Guillermo Murray Tortarolo, Núm. 259, p. 28); **Hechos y desechos** (NOAA, Núm. 260, p. 20).

Psicología

Nuestras emociones en la pandemia (Eduardo Thomas, Núm. 259, p. 6); **El riesgo está en todas partes** (Santiago Gracia Garrido, Marcos Rosetti Sciuto, Robyn Elizabeth Hudson y Florencio Valdez Maltos, Núm. 264, p. 6).

Química

Zaga (Isabelle Marmasse, Núm. 253, p. 20).

Salud

La amenaza del sarampión (Miguel Ángel Cevallos, Núm. 253, p. 16); **20/20** (Isabelle Marmasse, Núm. 254. p. 20); **Nuevo coronavirus, la epidemia*** (Miguel Ángel Cevallos, Núm. 256, p. 8); **La bioquímica de un corazón roto** (Nadia Rubí García Ríos, Núm. 256, p. 32); **Fármacos y vacunas contra el nuevo coronavirus** (Miguel Ángel Cevallos, Núm. 262, p. 6); **Medicina y terapias alternativas** (Leonardo Sierra Longega, Núm. 263, p. 6).

Tecnología

El sueño de la computación cuántica (Daniel Martín Reina, Núm. 253, p. 8); **La constelación Starlink** (Daniel Martín Reina, Núm. 258, p. 6).

Zoología

Los cetáceos también sufren de vecinos ruidosos (Laura Rojas Cortés y Rafael Ojeda, Núm. 255, p. 16); **Invasiones dulces pero también terribles*** (Omar Zamora Sánchez, Núm. 255, p. 32); **Aves marinas nocturnas renacen en las islas** (E. Bravo, A. Fabila, M. Felix, A. Aztorga, Y. Bedolla, M. Corrales y A. Aguilar, Núm. 256, p. 24); **¡Es la leche!** (Isabelle Marmasse, Núm. 258, p. 20).

¿Quién es?

Biología: Érica Torrens Rojas (Núm. 253, p. 28); Edgar Morales Ríos (Núm. 254, p. 28); María de Jesús Chávez Canales (Núm. 255, p. 28); Alberto Campillo Balderas (Núm. 262, p. 14); Adolfo Andrade Cetto (Núm. 264, p. 24). **Ecología:** Julia Carabias (Núm. 257, p. 24). **Economía:** Víctor Hugo Guadarrama Atrizco (Núm. 260, p. 24). **Filosofía:** Atocha Aliseda Llera (Núm. 258, p. 24). **Física:** Julia Tagüeña Parga (Núm. 263, p. 14). **Medicina:** Rafael Bojalil (Núm. 259, p. 24); Nayeli Martínez Cruz (Núm. 261, p. 24). **Neurología:** Brenda Bertado Cortés (Núm. 256, p. 28).

* Artículos que incluyen guía del maestro, elaborada para trabajarse en clase.

algrano

¿cómoves? cumple 22 años

Por **Mónica Genis**

22 es un número capicúa o palíndromo, es decir que se puede leer de izquierda a derecha y viceversa.

Kalliope es el **asteroide número 22** y lo descubrió John Russell Hind en 1852.

En el sistema binario **22 se escribe 10110**.

El **exoplaneta HD 219134** se descubrió en el año 2015 y tiene un **periodo orbital de 22 días**.

El **alfabeto hebreo** está compuesto por **22 letras**.

El **titanio (Ti)** es el elemento químico con **número atómico 22**.

El número **22 no es un número primo**.

Los **koalas duermen** en promedio **22 horas al día**.

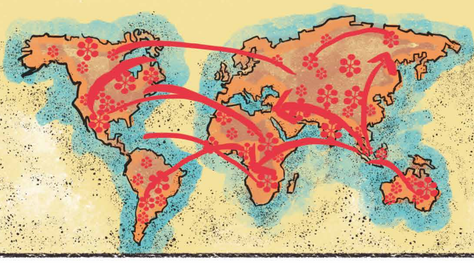
Consumiendo solo **22 watts un LED ilumina el equivalente de 100 watts** de un foco incandescente.

cómosabemos

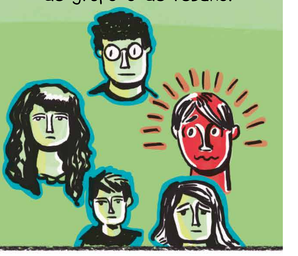
Por **Beatrix**

¿Cuándo termina una pandemia?

Una epidemia es una enfermedad infecciosa que se propaga sin control en una región determinada. Si sale de esa región y se extiende a más de un continente se le llama pandemia.

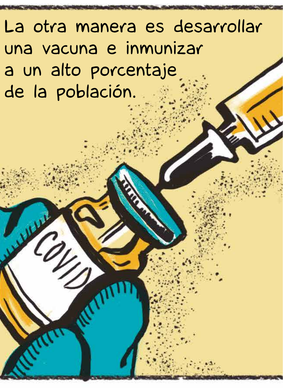


Las epidemias y las pandemias terminan cuando la mayoría de las personas se han vuelto inmunes a la enfermedad: la inmunidad de grupo o de rebaño.



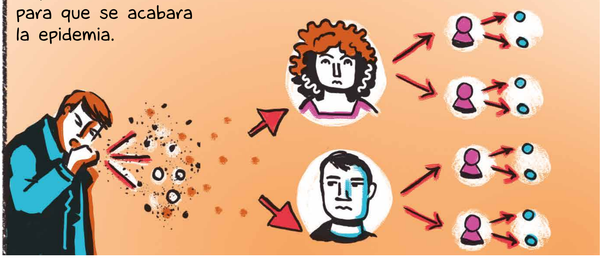
Y puede ocurrir de dos maneras. La primera es que un porcentaje alto de la población se infecte. Quienes sobrevivan habrán desarrollado inmunidad natural a la infección. Pero esto puede significar millones de muertes, como ocurrió con distintas epidemias y pandemias a lo largo de la historia.

La otra manera es desarrollar una vacuna e inmunizar a un alto porcentaje de la población.



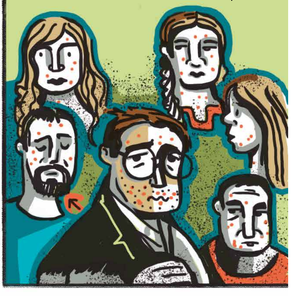
¿Qué porcentaje? Depende de a cuántas personas que no son inmunes a la enfermedad pueda contagiar alguien que esté infectado: el número R_0. Si es mayor que 1 ocurre una epidemia.

El porcentaje de la población que debe ser inmune para terminar con la epidemia se calcula a partir de este número. Por ejemplo, si un individuo contagioso puede infectar a dos personas en promedio, haría falta que al menos 50% de la población fuera inmune para que se acabara la epidemia.

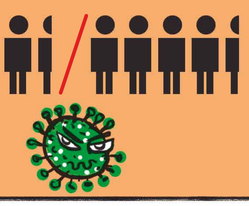


No es nada fácil conocer el valor de R_0 porque depende de muchas cosas: qué tan contagiosa es una enfermedad, qué condiciones favorecen el contagio, por cuánto tiempo alguien infectado puede contagiar a otros...

Para el sarampión, el valor de R_0 varía entre 12 y 18: ¡es muy contagioso! En cambio para la influenza varía entre 0.9 y 2.1.



Para la COVID-19 se han hecho varias estimaciones a partir de modelos matemáticos que simulan la pandemia. Una de ellas, para Wuhan, la ciudad de China donde se detectó la enfermedad por primera vez, dio un R_0 de entre 1.5 y 4.5.



Lo que podemos decir es que la COVID-19 es mucho menos contagiosa que el sarampión pero más que la influenza. Hasta ahora en el mundo se han contagiado más de 50 millones de personas y han muerto más de un millón.

Se espera que haya una o más vacunas en los primeros meses de 2021, pero aún así va a tomar bastante tiempo inmunizar a la mayoría de la población. Y es posible que haya que ponerse la vacuna más de una vez (refuerzo).

Debemos estar preparados para esperar muchos meses a que se acabe la pandemia y también para que surjan rebrotes, como ya ha sucedido en varios países. Hay que seguirse cuidando.

Texto **Estrella Burgos**; ilustración **Beatriz Gutiérrez de Velasco**

Los videojuegos y la salud: qué dice la ciencia

Fotos: Shutterstock

Por **Guillermo Murray Tortarolo**

¿Jugar o no jugar? Pues depende: las investigaciones más recientes muestran que ciertos videojuegos tienen efectos benéficos y otros no. Eso sí, no hay que dedicarles demasiado tiempo.

Cuando tenía cinco años mi papá me regaló mi primera consola de videojuegos. Desde ese entonces estos juegos no han dejado de estar presentes en mi vida, a veces más, a veces menos. He recorrido incontables mundos, encontrado un sinfín de tesoros y vivido en muchas realidades alternativas. Ahora, muchos años después, me encuentro en el otro lado: mi propio hijo ha cumplido cinco años y comienza a aventurarse en estos nuevos mundos virtuales. Como buen padre, me encanta verlo divertirse, pero también me preocupan los efectos que los juegos de video puedan tener en su salud.

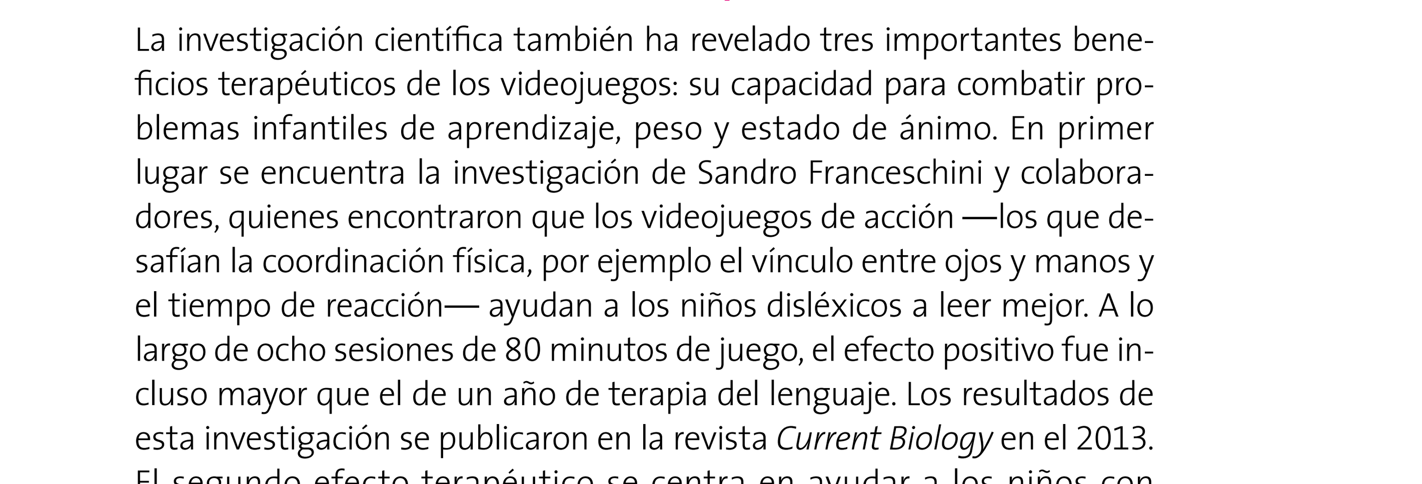
En ese aspecto he recibido toda clase de opiniones provenientes de parientes, amigos, internet y otras fuentes: unos aseguran que no hay problema (mi mamá dice que yo no salí tan mal), otros afirman que son benéficos porque aumentan la capacidad de concentración, la paciencia y los reflejos, y otros más me cuentan los posibles efectos negativos: que le va a salir joroba, que se le van a dañar los ojitos, que se va a poner barrigón. Internet está increíblemente dividido y las notas que uno encuentra narran toda clase de casos increíbles y espeluznantes.

Pero como científico he aprendido una verdad fundamental de la vida: las opiniones no son hechos, por más porras que me eche mi mamá. Y muchas veces las cosas que parecen obvias, cuando las mides y las estudias resulta que no lo eran tanto. Así que me puse a investigar: a revisar las publicaciones científicas, las evidencias a largo plazo y los experimentos con muchos miles de personas para saber cuál es el impacto de los videojuegos sobre la salud física, mental y emocional de niños, adolescentes y adultos. He aquí mis hallazgos basados en hechos y no en lo que piensa la tía Juanita.

Aprender a jugar con otros

El estudio reciente más importante que examina la salud física, mental y social de niños que usan videojuegos posiblemente sea el que llevaron a cabo Viviane Kovess-Mastefy y sus colaboradores de distintas universidades europeas. Este estudio se publicó en la revista *Social Psychiatry and Psychiatry Epidemiology* en 2016. Los investigadores monitorearon la salud de 4 000 niños de entre seis y 11 años en seis países distintos de Europa y Asia por medio de cuestionarios, calificaciones y opinión de sus padres y maestros durante todo un año. ¿Qué encontraron? Los niños que jugaban más de cinco horas a la semana tenían un mejor desempeño escolar, un menor índice de violencia hacia sus pares y mejores relaciones sociales, además de una mayor capacidad cognitiva en general. Los autores argumentan que hoy en día, para la mayoría de los niños, los videojuegos son una importante actividad social, en la que encuentran cooperación efectiva y una conducta de ayuda mutua (los videojuegos ya no son una actividad solitaria, como antes). Esto, a su vez, permite el desarrollo de habilidades cognitivas como la memoria, la conciencia espacial y la capacidad de resolver problemas.

Más interesante aún: la mayoría de estos niños (casi todos eran varones) se encontraban en una situación familiar de estrés o en una familia muy grande en la que recibían poca atención. Los autores alegan que los videojuegos tienen una función protectora que genera un refugio mental y emocional, lo que les permite a los niños disminuir su estrés diario y tener mejores relaciones sociales con sus amigos.



Herramienta terapéutica

La investigación científica también ha revelado tres importantes beneficios terapéuticos de los videojuegos: su capacidad para combatir problemas infantiles de aprendizaje, peso y estado de ánimo. En primer lugar se encuentra la investigación de Sandro Franceschini y colaboradores, quienes encontraron que los videojuegos de acción —los que desafían la coordinación física, por ejemplo el vínculo entre ojos y manos y el tiempo de reacción— ayudan a los niños disléxicos a leer mejor. A lo largo de ocho sesiones de 80 minutos de juego, el efecto positivo fue incluso mayor que el de un año de terapia del lenguaje. Los resultados de esta investigación se publicaron en la revista *Current Biology* en el 2013. El segundo efecto terapéutico se centra en ayudar a los niños con problemas de obesidad. Esta vez la investigación proviene de Brasil, y estuvo a cargo de Crystian Oliveira y sus colaboradores, quienes realizaron una revisión de todos los estudios del tema y publicaron sus resultados en la revista *Meta-Analysis* en 2020. Los autores encontraron que los videojuegos activos —los que obligan al usuario a moverse, brincar y demás— tienen un efecto positivo en reducir el peso, el índice de masa corporal y la grasa acumulada. Curiosamente, parece que el efecto no viene de un aumento en la actividad física como tal, sino que hace que los niños se distraigan de las ganas de comer.

Por último quiero resaltar el impacto positivo que se ha demostrado sobre el estado de ánimo de niños y adolescentes. Ahora la investigación se traslada a Estados Unidos, donde Jung Eun Lee y sus colaboradores se dedicaron a hacer enojar a niños, ponerlos a jugar durante 30 minutos y después registrar su estado de ánimo. Sus resultados, publicados en la revista *Computer in Human Behavior* en 2016, mostraron que este tiempo de juego fue suficiente para reducir estados de ánimo negativos tanto en niñas como en niños. El efecto es particularmente fuerte si el juego tiene un alto nivel de intensidad física o de concentración, y aumenta con la edad de los niños.

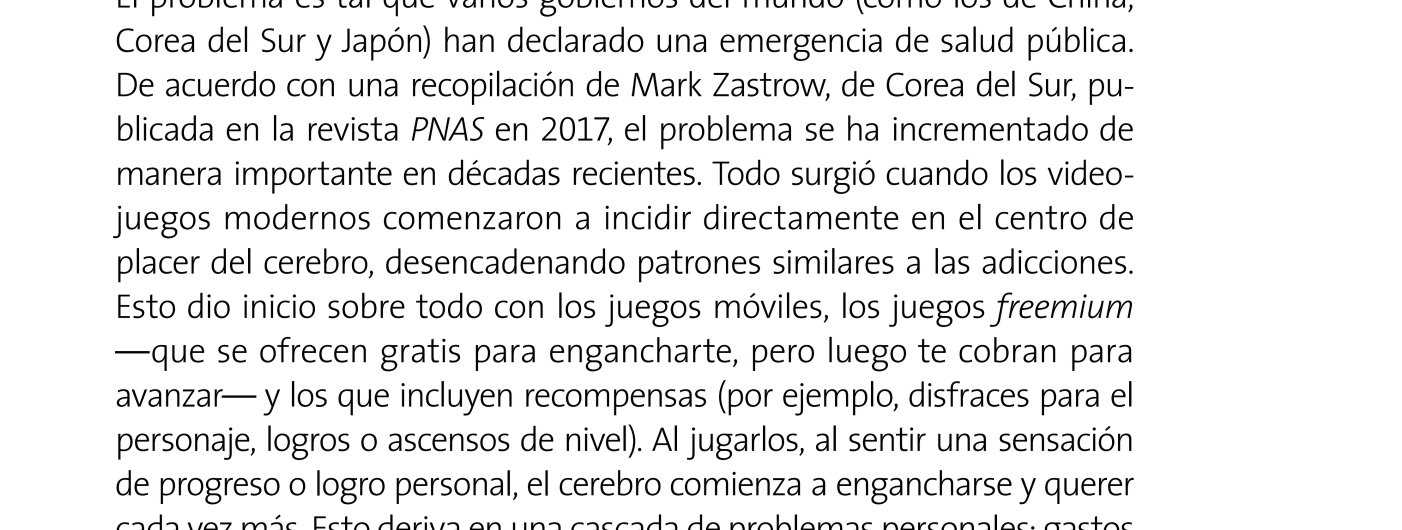
Adicción, desensibilización y violencia

Hasta ahora todos los resultados han sido sumamente positivos. Si dejas de leer el artículo en este momento te quedarás convencido de que los videojuegos son una maravilla: ayudan a las relaciones sociales, al desempeño escolar, al estado de ánimo, a leer mejor, a una buena salud y a reducir el estrés en general. No obstante, la investigación científica actual revela otra cara de esta actividad, y es una mucho más oscura. Los videojuegos también se han relacionado con un aumento en la violencia y en la desensibilización moral y pueden ser muy adictivos.

El problema es que hasta ahora las investigaciones que he mencionado evalúan videojuegos relativamente inocuos: de carreras, de aventuras y en general para niños. Pero la industria tiene otros productos: juegos cuyo objetivo es hacer papilla al enemigo y en los que brota la sangre a chorros, se rompen huesos, se usan armas y tienes que hacer cosas que en la realidad serían inmorales y delictivas, como robar y matar. Y aunque la mayoría de estos juegos llevan un sello que señala que son para mayores de edad, muchos caen en manos de menores.

Con estos antecedentes fue que Jeanne Funk y sus colaboradores en Estados Unidos plantearon una novedosa investigación, publicada en la revista *Applied Developmental Pshycology* en 2003. Funk y su equipo midieron reacciones de violencia y empatía hacia el prójimo en niños de entre cinco y 12 años. Lo interesante es que escogieron niños que originalmente no jugaban videojuegos y los dividieron en dos grupos: unos jugaron un juego violento y otros uno sin violencia durante solo 15 minutos. Antes y después de la sesión se les pidió a los participantes llenar cuestionarios en los que se registraba su empatía y su actitud con respecto a la violencia. Como te imaginarás, los niños y niñas expuestos a la violencia presentaron después puntajes de empatía mucho menores y una desensibilización general con respecto a la violencia hacia los demás. Los resultados también mostraron puntajes más negativos conforme aumentaba el tiempo de exposición y la edad de los niños. En otras palabras, la exposición de largo plazo a videojuegos violentos, si bien no hace más violentos a sus usuarios, si tiende a disminuir su empatía y a desensibilizarlos del daño a que conduce la violencia. Los autores del estudio terminan sugiriendo que vigilemos nuestra actitud y la de nuestros hijos con respecto a los juegos; en el momento en que la frustración, el enojo y la violencia superan la diversión del juego, es posible que desaparezcan los efectos positivos que les conté más arriba.

Por último, hay otro efecto sumamente negativo que se ha vuelto una preocupación de la comunidad médica global: la adicción a los videojuegos. Al presentar realidades alternativas, los videojuegos ofrecen una escapatoria de la realidad propia, lo que para algunas personas puede ser muy atractivo. Al parecer, algunos de los niños que habían utilizado los videojuegos para reducir el estrés del hogar, al llegar a la adolescencia se pueden quedar atrapados en este mundo imaginario. De acuerdo con una investigación de Antonious Van Rooij y colaboradores, realizada en los Países Bajos, y publicada en 2010 en la revista *Addiction*, entre 1 y 3 % de todos los adolescentes de entre 13 y 16 años son adictos a los videojuegos. Este porcentaje pequeño pero importante se caracteriza por pasar la mayor parte de su tiempo en internet (más de ocho horas diarias) y por padecer en alta proporción problemas psicosociales como ansiedad, depresión y baja autoestima. Los autores finalmente argumentan que es difícil distinguir causa y efecto: no está claro si los videojuegos causan la adicción y los problemas psicosociales, o si las personas con problemas de este tipo son más propensas a hacerse adictas a los videojuegos. Independientemente de esto, hay una clara relación entre un uso excesivo de estas realidades y una menor capacidad para enfrentar la propia.



El problema es tal que varios gobiernos del mundo (como los de China, Corea del Sur y Japón) han declarado una emergencia de salud pública. De acuerdo con una recopilación de Mark Zastrow, de Corea del Sur, publicada en la revista *PNAS* en 2017, el problema se ha incrementado de manera importante en décadas recientes. Todo surgió cuando los videojuegos modernos comenzaron a incidir directamente en el centro de placer del cerebro, desencadenando patrones similares a las adicciones. Esto dio inicio sobre todo con los juegos móviles, los juegos *freemium* —que se ofrecen gratis para engancharte, pero luego te cobran para avanzar— y los que incluyen recompensas (por ejemplo, disfraces para el personaje, logros o ascensos de nivel). Al jugarlos, al sentir una sensación de progreso o logro personal, el cerebro comienza a engancharse y querer cada vez más. Esto deriva en una cascada de problemas personales: gastos económicos exorbitantes, falta de actividad física y daños a la salud individual, y descuido de las relaciones sociales, por mencionar algunas. Pero también lleva a problemas de la sociedad en general, como una pérdida de la fuerza laboral y una disminución en el aprovechamiento escolar. El problema ha sido tal en ciertos lugares, que hasta los gobiernos comienzan a intervenir. Por ejemplo, en Corea del Sur se necesita una identificación oficial para poder jugar en línea y los menores de 16 años no pueden jugar después de las 6:00 de la tarde.

Jugar o no jugar, he ahí el dilema

A estas alturas creo que está claro que los videojuegos son un arma de doble filo: tienen enormes ventajas y enormes riesgos. Bien utilizados, pueden liberar las mentes y reducir el estrés; pero también pueden derivar en adicción, frustración e insensibilizar contra los efectos de la violencia. Es hora de regresar a la pregunta original: ¿es buena idea jugar videojuegos?

Para no aplazar más la respuesta, te la digo aquí mismo: depende. Al final todo se reduce a categorizar a todos los videojuegos en un género y he ahí donde radica el problema. La ciencia sugiere que hay cierto tipo de juegos que es mejor evitar: los juegos violentos, los juegos adictivos (aquellos que potencian el centro de recompensas del cerebro ofreciéndonos pequeños y constantes logros) y los que se juegan en solitario. En cambio hay otros que pueden ofrecer beneficios psicosociales, emocionales y en el desempeño escolar: los de aventura, de resolución de conflictos y de acción; en particular, los que fomentan el trabajo en equipo y la socialización.

Por otro lado, hay que considerar un factor fundamental: el tiempo de juego. La mayoría de los artículos que han encontrado efectos positivos se centran en tiempos de juego que van de 15 a 80 minutos al día, sin llegar nunca a las ocho horas a la semana. Desconocemos qué impactos tiene el aumentar dicho tiempo, pero es muy posible que no sea bueno, puesto que se traduciría en menos actividad física, con las consecuencias que eso tiene en la salud. No obstante, este tipo de investigaciones aún están en curso y serán fundamentales para comprender mejor el rol de los videojuegos en la vida moderna. Tampoco disponemos de suficientes estudios de largo plazo, en que se siga a los jugadores por varios años. Estoy seguro de que en el futuro habrá muchas más evidencias al respecto. A lo mejor hasta podrías ser tú quien se dedique a estudiar el impacto de los videojuegos.

- Parkin, Simon, *Muerte por videojuego*, Turner, Madrid, 2016.
- Muriel, Daniel, *Identidad gamer. Videojuegos y construcción de sentido en la sociedad contemporánea*, Anaitgames, Barcelona, 2018.

Guillermo N. Murray Tortarolo trabaja en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM en Morelia, donde investiga la dinámica socioecológica global y cómo la hemos alterado los seres humanos.

FITONUTRIENTES

“Come frutas y verduras” es la leyenda que agregan los publicistas para ocultar un alimento que justamente no tiene ningún valor nutricional. Y por valor nutricional se entiende vitaminas y minerales, para los cuales sabemos que hay una ingesta diaria recomendada. Pero además de estos, muchas frutas y verduras tienen fitonutrientes, también llamados fitoquímicos. Estos compuestos, que protegen a las plantas contra virus, bacterias y hongos, también podrían ayudarnos a prevenir ciertos tipos de cáncer y ser auxiliares contra cardiopatías y diabetes, combatir inflamaciones y alergias, así como frenar el proceso de envejecimiento.

Los fitonutrientes varían según el color y tipo de alimento, pero se encuentran sobre todo en frutas y verduras de colores brillantes, granos y cereales. Existen diversos fitonutrientes entre ellos: antocianidinas (moras), beta-caroteno (zanahoria), licopena (jitomate), luteína (espinaca), resveratrol (uvas). Si bien solo se ha logrado aislar algunos fitoquímicos en el laboratorio, existen miles.

Aunque varios fitonutrientes se comercializan como suplementos alimenticios, no existe suficiente evidencia científica que respalde su eficacia, dosis sugerida ni los posibles efectos secundarios. Lo mejor es consumirlos en los alimentos. No existe una ingesta diaria recomendada de fitonutrientes: come una variedad de frutas y verduras para asegurar que tienes suficientes en tu dieta. Los alimentos altos en fitonutrientes incluyen: aceituna, ajo, apio, brócoli, cebolla, chabacano, col, espinaca, jitomate, lentejas, manzana, melón, moras, nabo, peras, soya, toronja... zanahoria. Por supuesto también están en las uvas (tanto en la cáscara como en las semillas), y solemos empezar el año comiendo una docena. No dejes de saborearlas el 1 de enero pero también a lo largo de los meses y que tengas un muy ¡Feliz Año 2021!*

–I. M.

*Come frutas y verduras.

ojodemosca

Por **Martín Bonfil Olivera**

El año que la ciencia importó

Sin duda, 2020 ha sido el año más difícil para todas las generaciones vivas en este momento (excepto para los poquísimos supervivientes de la pandemia de influenza de 1918-1920).

Un año de retos excepcionalmente duros, de pérdidas, sacrificio y dolor, de soledad y angustia... pero también de logros importantísimos. Logros sociales, como darnos cuenta de lo mucho que nos necesitamos, de lo solidarios que podemos ser, de la importancia de nuestras instituciones y trabajadores de salud. Pero también logros personales: reconocer lo resistentes y flexibles que somos; darnos cuenta de que, aun en condiciones como las que hemos vivido, logramos adaptarnos y seguir adelante; y descubrir nuestra gran creatividad y las formas en que cada quien desde su trinchera —hogar, escuela, trabajo, las instituciones del gobierno o la sociedad civil—, ha puesto aunque sea un granito de arena para sobrellevar la crisis.

Pero también ha sido un año para darnos cuenta de la importancia que el sistema de investigación y desarrollo científico-tecnológico tiene para cada sociedad del mundo, y para la especie humana en su conjunto.

Como dijera el famoso astrónomo y divulgador científico Carl Sagan en su libro *El mundo y sus demonios* —hoy más vigente que nunca—, "Vivimos en una civilización global en la que los elementos más cruciales dependen profundamente de la ciencia y la tecnología". Se refería no solo a la tecnología que usamos cotidianamente, como teléfonos inteligentes, televisión satelital, computadoras, automóviles o aviones, sino a la manera profunda en que el conocimiento científico y la tecnología que deriva de él permiten que nuestras sociedades sigan funcionando día a día, desde la producción de antibióticos y nuevos materiales hasta los sistemas de alerta frente a riesgos atmosféricos o epidemiológicos. La pandemia de COVID-19 nos ha mostrado que la ciencia y la tecnología son absolutamente vitales para nuestra supervivencia. De los sistemas y redes médicas internacionales que permitieron detectar la nueva epidemia a los métodos diagnósticos y el desarrollo de tratamientos y terapias para combatirla, y por supuesto la búsqueda de la ansiada vacuna, la amenaza del coronavirus nos ha mostrado de forma brutal el grado en que dependemos de nuevos desarrollos científicos y tecnológicos para superar y sobrevivir crisis como esta, y poder volver a la normalidad.

Y también nos ha mostrado nuestras fallas: lo increíblemente erradas que son las políticas que, en vez de apoyar a la ciencia y la tecnología de cada país, buscan reducirles el apoyo económico; lo terriblemente peligrosa que puede ser la desinformación que pone en riesgo la salud de los ciudadanos al ofrecer supuestos tratamientos milagrosos o peor, de plano negar la existencia del virus que ha costado ya más de un millón de vidas en el mundo, o la utilidad de la vacunas en desarrollo para combatirlo.

Hoy más que nunca la ciencia importa. Probablemente esta sea la más importante lección que nos deja el 2020. Ojalá seamos capaces de asimilarla.

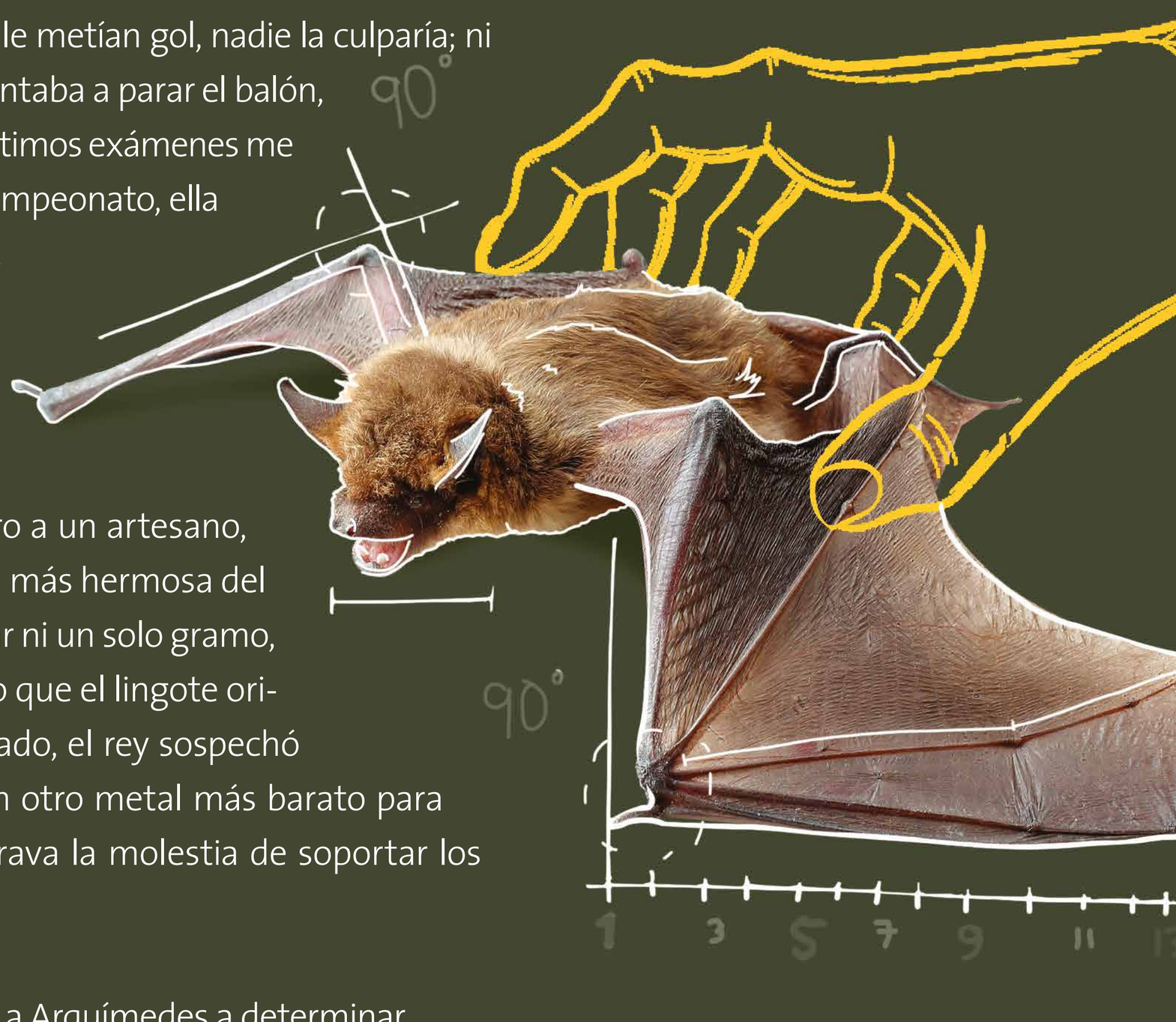
mbonfil@unam.mx

aquíestamos

Algo aterrador

Ganadora del 2º Concurso "Aquí estamos" 2020.

En la secundaria estuve a nada de reprobar física. Mi maestro, harto de repetir que la densidad es la forma en que se reparte la masa en un volumen, dejó la infértil tarea de regularizarme a la maestra sustituta. Al verla, tuve la sensación de estar frente a un portero antes de un penal. Si fallaba y le metían gol, nadie la culparía; ni modo, así es el juego. Por otro lado, si se aventaba a parar el balón, saldría en hombros. Consciente de que los últimos exámenes me tenían más cerca de la expulsión que del campeonato, ella se tiró de panzazo sin ver y detuvo el balón.



Me habló de Arquímedes, un matemático que por andar metido en la política, terminó embarrado. Su jefe, el rey de Siracusa, había entregado un lingote de oro a un artesano, quien se lo regresó convertido en la corona más hermosa del mundo; e incluso se jactó de no desperdiciar ni un solo gramo, puesto que pesaba exactamente lo mismo que el lingote original. Mañoso, como muchos jefes de estado, el rey sospechó que el artesano había mezclado el oro con otro metal más barato para quedarse con una parte y cobrarse a la brava la molestia de soportar los caprichos reales.

Para no hacerles el cuento largo, el rey puso a Arquímedes a determinar si la corona era totalmente de oro, con la condición de no hacerle ningún rasguño. Al científico se le ocurrió llenar una cubeta y medir cuánta agua se desbordaba al introducir la corona. Hizo lo mismo con otro lingote de oro, idéntico al original.

La historia terminó como suele ocurrir: un proletario perdió la vida, un poderoso se hundió más en su ego y el que realmente descubrió todo terminó en las hojas recicladas del libro de la Secretaría de Educación Pública. A partir de ese momento me gustó la ciencia; cuando dejó de ser puros números y se convirtió en historias.

Luisa Fernanda Ortega González
Escuela Nacional Preparatoria Núm. 6 “Antonio Caso” UNAM

este espacio
ES TUYO

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

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

Alejandro

Rodrigo Jácome Ramírez

Por **William Cruz Castillo**

Virus y pandemias, de la ficción a la realidad

En estos meses de resguardo en casa para muchos se ha vuelto un hábito ver películas y series, y el tema de las epidemias nos alcanza en todas partes. La cultura *pop* nos ofrece escenarios interesantes, apocalípticos y ¿predictivos?, donde la trama se desarrolla a partir de los virus. "Mucho de mi interés en los virus se lo debo a la película *Epidemia* y al libro *The Hot Zone* de Richard Preston cuyo tema era el ébola", dice el doctor Rodrigo Jácome, investigador del Laboratorio del Origen de la Vida de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

¿La ficción se aproxima a la realidad?

Me parece normal la fascinación que sentimos por la idea de cómo algo tan pequeño como un virus, escondido a la vista, sea capaz de ocasionar tantos estragos. La historia de la humanidad ha estado ligada a esos agentes diminutos; la llegada de la viruela al "Nuevo mundo" y la influenza de 1918 son solo algunos ejemplos. No puedo negar que el efecto Hollywood le resta verosimilitud al cine que presenta historias de enfermedades infecciosas; sin embargo hay algunas películas, como Contagio, *que están muy cercanas a lo que estamos viviendo. Un virus que pasa de un murciélago a una persona en un mercado desencadenando una pandemia que mata a millones de personas, mientras buscamos una vacuna o una cura me suena muy familiar, casi como un déjà vu. No es que los escritores supieran que la COVID-19 vendría en unos años, simplemente que lo que estamos viendo con el SARS-CoV-2 es un fenómeno biológico perfectamente comprensible.*

¿Cómo empezaste a hacer investigación sobre virus y qué ha surgido de eso?

Hice mis estudios de médico cirujano en la Universidad Panamericana y durante el servicio social llevé un curso de metodología de la investigación. Me inscribí al que organizó la doctora Ana Flisser de la Facultad de Medicina de la UNAM, a ella le externé mi interés de dedicarme a la investigación de los virus desde una perspectiva evolutiva. La doctora me sugirió que buscara al doctor Antonio Lazcano, quien a su juicio era la persona indicada. Fue con él que pensamos en un proyecto para realizar mi doctorado en ciencias biomédicas, que se proponía estudiar el genoma de virus de ARN, que son de los más abundantes en la biosfera, para entender sus cambios y evolución. A partir de ese proyecto ayudé a implementar una metodología de estudio que consiste en la construcción de árboles evolutivos comparando la estructura terciaria de proteínas [la disposición tridimensional de todos los átomos que las componen]. *Fuimos de los primeros en utilizar esa metodología para estudiar virus en el país; sin embargo, las bases se establecieron hace*

Una perspectiva evolutiva de los virus para entender su comportamiento y crear un arsenal de antivirales.

varios años. Me dediqué a estudiar la estructura de dos tipos de proteínas muy importantes para los virus: la polimerasa y la reverso transcriptasa. Las polimerasas son enzimas que ayudan a sintetizar (construir) material genético, y las reverso transcriptasas sintetizan ADN partiendo de una cadena de ARN. Uno de los hallazgos más relevantes de este trabajo es que todas estas polimerasas virales son homólogas; es decir, que todas tienen un ancestro común, y que grandes regiones de ellas están muy bien conservadas, incluyendo fragmentos fundamentales en la función de la proteína. El hecho de que todas estas polimerasas virales sean parecidas estructuralmente abre la posibilidad de buscar o diseñar antivirales que puedan atacar a más de un solo tipo de virus.

En 2017 se preguntaron si los virus de ARN provocarían la siguiente pandemia. A la luz de lo que está ocurriendo con la COVID-19, ¿qué puedes decirnos?

Es importante reconocer que la vida moderna es, en términos ecológicos, muy invasiva y destructiva. El crecimiento de las manchas urbanas, la deforestación rampante y la falta de condiciones mínimas de higiene para grandes sectores de la población hacen que la gente esté en mayor contacto con ciertos animales; por lo tanto, estamos expuestos a patógenos que normalmente estarían fuera de nuestro alcance. Los virus de ARN presentan características que favorecen su potencial epidémico: tienen genomas pequeños y codifican para pocas proteínas, mutan mucho más rápidamente que cualquier ser vivo, puesto que carecen de mecanismos de edición como las células, y sus ciclos de replicación son muy rápidos y cuantiosos. En el caso particular del SARS-CoV-2, parece que la venta ilegal de animales salvajes y el hacinamiento propio de los mercados populares fueron fundamentales para que el virus pasara de una población animal a una población humana. Si a esto le sumamos que hoy podemos darle la vuelta al mundo literalmente en un día, viajar entre continentes en horas y que diariamente se desplazan millones de personas entre países, es fácil comprender que un virus que se origina en Asia llegue a América antes de que el paciente presente síntomas. Un aprendizaje crucial es que la prevención tiene que ser la piedra angular del combate a las enfermedades infecciosas.

¿Qué viene después?

Una de las consecuencias positivas de la pandemia es que en los distintos campos de estudio de los virus a nivel global hemos unido fuerzas y estamos viendo distintas perspectivas para estudiar un mismo problema. Es importante que haya inversión en el desarrollo de antivirales, pues hoy en día es reducido el arsenal de medicamentos para combatir infecciones virales. Necesitamos acrecentar la capacidad para identificar virus o patógenos en general con potencial epidémico, identificando las zonas de riesgo, los posibles hospederos intermediarios o vectores potenciales y las poblaciones vulnerables.

Padre de dos hijos, el doctor Jácome nos comparte su gusto por el *heavy metal* y por ver coches dando vueltas sin sentirse culpable junto con su esposa e hijos. Se despide convencido de que las oportunidades están a nuestro alcance, y la vía para salir adelante es mediante el trabajo y el esfuerzo.

A la conquista de

Marte

Tres misiones espaciales de distintos países partieron el verano pasado con destino a Marte para entender mejor el presente y el pasado de ese planeta. Lo que averigüen servirá a largo plazo para enviar la primera misión tripulada.

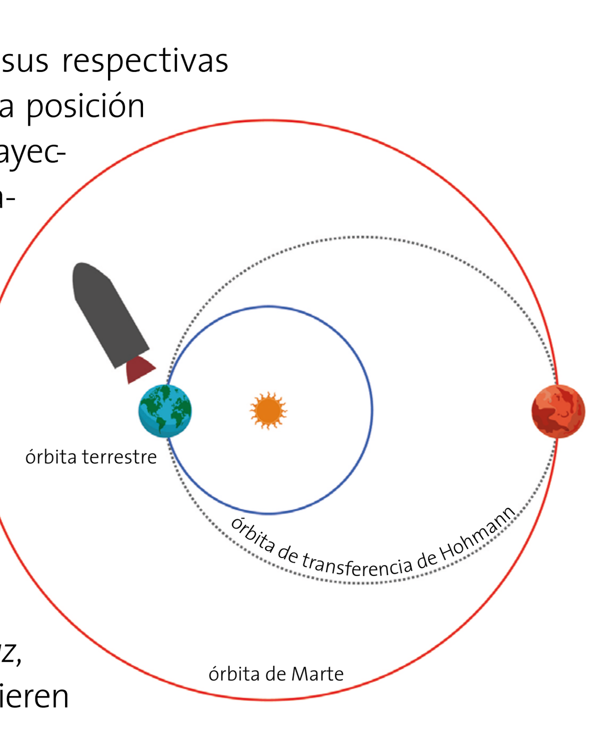
Por **Daniel Martín Reina**

Marte está de moda. En un intervalo de menos de dos semanas el pasado mes de julio se lanzaron tres sondas espaciales con destino al planeta rojo. Una pertence a la NASA, otra a su homóloga china, la CNSA, y una tercera a los Emiratos Árabes Unidos. Si todo sigue el plan previsto, en febrero de 2021 las tres sondas se unirán a los 14 orbitadores que ahora mismo sobrevuelan Marte y a los tres vehículos exploradores (*rovers*) que se encuentran en su superficie, aunque solo seis orbitadores y un vehículo siguen activos.

Cada una de estas tres misiones es pionera por derecho propio. La sonda *Al Amal* de los Emiratos Árabes Unidos (EAU), es la primera misión interplanetaria de una nación árabe, y su orbitador investigará la atmósfera y el clima marcianos. La misión china *Tianwen*-1 también es la primera enviada a Marte por la potencia asiática. Consta de un orbitador, un aterrizador y un *rover* que buscarán evidencias de vida en el pasado y presente marcianos, además de evaluar el medio ambiente del planeta. Finalmente, la misión *Mars* 2020 de la NASA tiene como protagonista al *Perseverance*, el vehículo más avanzado que se haya construido para explorar el planeta rojo y cuyo objetivo será buscar pruebas de la existencia de vida en el pasado remoto de Marte. Todo ello ayudará a reconstruir la historia de nuestro vecino y comprender por qué su evolución tomó un camino distinto al de la Tierra.

Una ventana al planeta rojo

No es casualidad que tres agencias espaciales envíen sus respectivas sondas a Marte en un lapso tan corto. Cada 26 meses la posición relativa de la Tierra y Marte es la idónea para que la trayectoria de vuelo minimice el gasto de combustible. Esa trayectoria entre dos órbitas elípticas como las que siguen la Tierra y Marte alrededor del Sol se llama órbita de transferencia de Hohmann. Propuesta en 1925 por el ingeniero y matemático alemán Walter Hohmann, consiste en trazar una órbita elíptica entre origen y destino, de forma que el perihelio de la órbita (el punto más cercano al Sol) coincida con el punto de partida, y el afelio (el punto más alejado del Sol) coincida con el destino (o viceversa). Este tipo de órbita no solo se usa para los viajes interplanetarios. Las naves tripuladas *Soyuz*, por ejemplo, siguen una órbita de Hohmann cuando quieren llegar a la Estación Espacial Internacional.



Se llama ventana de lanzamiento al periodo de tiempo en el que es posible lanzar una sonda garantizando que se alcance el objetivo de forma satisfactoria. La trayectoria no es el único factor a tener en cuenta a la hora de calcular la ventana de lanzamiento; también hay que considerar la masa de la sonda y las capacidades del cohete lanzador. El verano pasado hubo una ventana de lanzamiento de unas tres semanas que aprovecharon las agencias espaciales. Si por cualquier motivo el cohete no puede despegar durante esta ventana, entonces tendrá que esperar a la siguiente. En el caso de un viaje a Marte serían otros 26 meses. Eso es lo que le pasó a la que iba a ser la cuarta misión al planeta rojo este año, la *ExoMars* 2020 de la Agencia Espacial Europea (ESA) y a su homóloga rusa Roscosmos. Diversos problemas en componentes claves de la sonda obligaron al aplazamiento de la misión... y a cambiarle el nombre a *ExoMars* 2022.

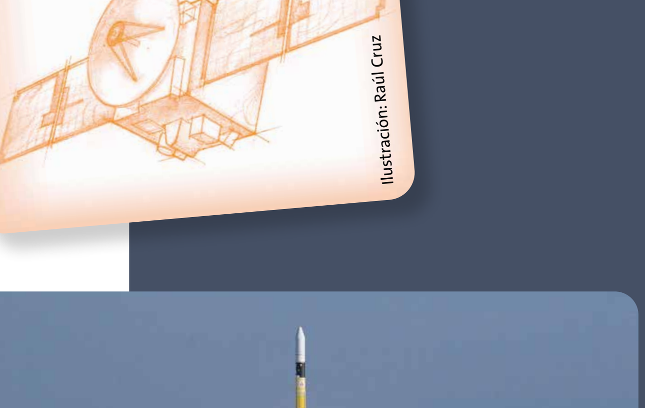
La esperanza árabe

La más madrugadora en partir rumbo al planeta rojo fue la sonda *Al Amal* de los EAU, el 19 de julio. Con ella los Emiratos se unen al selecto club de países u organizaciones que han enviado un artilugio a Marte, junto a Rusia, Estados Unidos, la ESA, Japón e India (una semana después entraría China). Es la misión más modesta del trío de 2020, pero no por eso es menos interesante. El proyecto *Al Amal* ("esperanza" en árabe) nació en 2014. Consiste en la construcción de una sonda espacial usando los recursos de los Emiratos y con el apoyo sobre todo de Estados Unidos. Si bien numerosos ingenieros y técnicos emiratíes participaron en el diseño y el desarrollo de la sonda, esta no hubiera sido posible sin la colaboración de universidades estadounidenses como las de Colorado, California y Arizona.

En esencia, el objetivo de la misión es estudiar la dinámica de la atmósfera de Marte, analizando los cambios atmosféricos en todo el planeta a diario y durante las estaciones. Esta visión global obliga a que la órbita de la *Al Amal* esté más alejada de lo habitual del planeta rojo: su distancia variará entre 20 000 y 43 000 kilómetros y tardará 55 horas en completar una vuelta. En cuanto a la misión científica, la sonda lleva a bordo tres instrumentos. Los datos que recopile ayudarán a entender la conexión entre el clima marciano y la pérdida de su hidrógeno y oxígeno atmosférico. Este proceso pudo ser el responsable de la transición de la densa atmósfera que tenía Marte hace más de 3 000 millones de años, capaz de ejercer suficiente presión para mantener agua líquida en la superficie del planeta, a la tenue atmósfera y árida superficie de hoy.

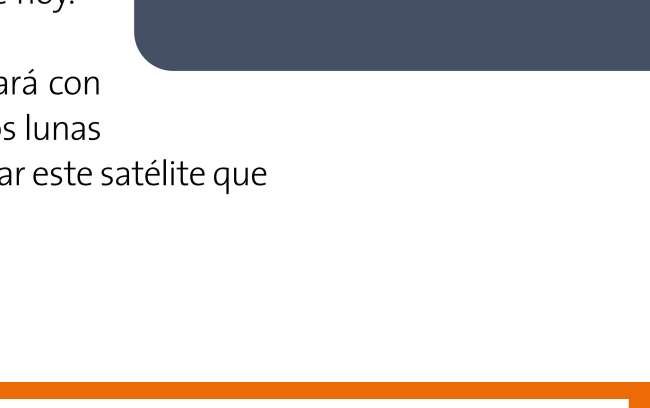
Si las circunstancias son favorables, la misión culminará con una visita a Deimos, la más pequeña y lejana de las dos lunas marcianas (la otra es Fobos), lo que permitirá fotografiar este satélite que aún guarda muchos misterios.

AL AMAL



Objetivo: Estudiar el clima marciano y la pérdida de su hidrógeno y oxígeno atmosférico.
Imagen: Aynur Zakirov/Pixabay

Ilustración: Raúl Cruz



Lanzamiento: 19 de julio 2020.
Foto: JAXA

Cuestiones celestiales

El 23 de julio llegó el turno de la misión china *Tianwen*-1. El nombre se puede traducir como "cuestiones celestiales", un bonito homenaje a un poema tradicional chino del siglo IV a. C. Para ser su primera misión interplanetaria, la potencia asiática ha puesto el listón muy alto: la *Tianwen*-1 es la sonda más compleja jamás lanzada por un país en su primera misión a Marte.

La sonda china se divide en dos partes: por un lado, el orbitador, y, por otro, la cápsula con la etapa de descenso y el *rover*. A diferencia de las últimas misiones de la NASA, la etapa de descenso no entrará directamente en la atmósfera marciana, sino que primero orbitará el planeta rojo y luego se separará de la sonda para iniciar la maniobra de aterrizaje, igual que hicieron las sondas *Viking* en la década de 1970. Si todo sale bien, la *Tianwen*-1 se pondrá en órbita alrededor de Marte en febrero de 2021 y el *rover* aterrizará en abril en Utopia Planitia, una región con abundante hielo subterráneo.

Muestras para traer a casa

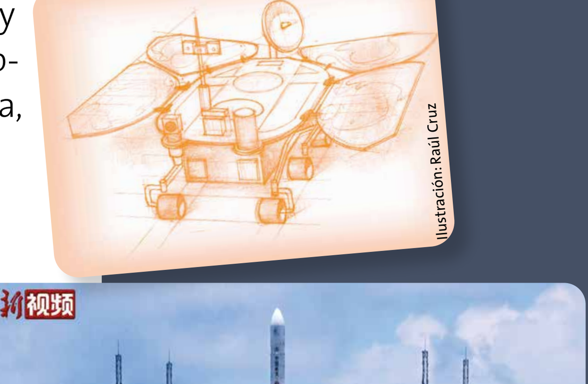
China y Estados Unidos no solo pretenden alcanzar la superficie marciana, sino también recoger muestras de rocas y traerlas de vuelta a la Tierra. De ahí que ambas potencias estén desarrollando sendas misiones de retorno para principios de la década de 2030.

En esencia, la arquitectura de ambas misiones es bastante parecida. En la segunda mitad de la década de 2020 una sonda despegará de la Tierra con destino a Marte, donde aterrizará y recogerá muestras de la superficie. Estas muestras se introducirán en una cápsula y se depositarán en un pequeño cohete que habrá aterrizado con la sonda. Este cohete despegará y situará la cápsula con las muestras en órbita alrededor de Marte. Allí le esperará otra sonda de la misión, que se encargará de recoger las muestras y traerlas a nuestro planeta, donde aterrizará en septiembre de 2031.

Otro aspecto destacado de la misión son sus 13 instrumentos científicos, cuyas capacidades han sorprendido a la propia comunidad científica. El orbitador transporta siete, con los que estudiará la atmósfera marciana —en especial la ionosfera— y su interacción con el viento solar, así como la composición y estructura de la superficie del planeta rojo. Por su parte, el *rover* lleva los otros seis instrumentos, entre los que destaca un radar para explorar el subsuelo capaz de sondear hasta 100 metros de profundidad, y un espectrómetro que empleará un láser para vaporizar las rocas a distancia y analizar su composición, al más puro estilo del *Curiosity* de la NASA. También recopilará datos sobre el clima y el campo magnético marcianos. La información obtenida por ambas etapas permitirá evaluar la superficie y el medio ambiente del planeta, uno de los principales objetivos de la misión *Tianwen*-1. El otro será encontrar vida, ya sea actual o antigua.

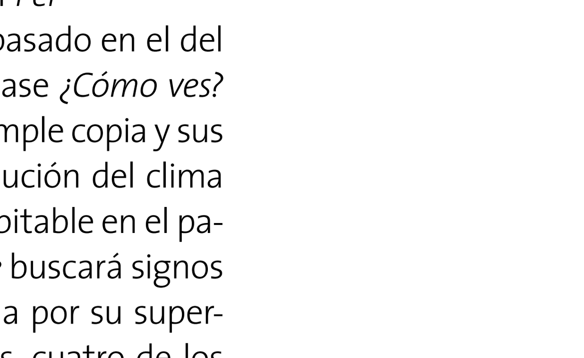
Los ambiciosos planes chinos de exploración del Sistema Solar no se limitan a Marte. China también aspira a visitar otros planetas como Venus, Júpiter y Neptuno, así como algún asteroide cercano a la Tierra. Y todo antes de 2030.

TIANWEN-1



Destino: Utopia Plantia, Marte.
Imagen: Kevin Gill - NASA/JPL/University of Arizona/USGS

Ilustración: Raúl Cruz



Lanzamiento: 23 de julio 2020.
Foto: China News Service

Un asunto de constancia

La última en aprovechar la ventana de lanzamiento de este año fue la misión *Mars* 2020 de la NASA, que despegó el 30 de julio de 2020. Su destino es el cráter Jezero, en el delta de un antiguo río marciano, donde aterrizará el 18 de febrero de 2021. La estrella de esta misión es el *Perseverance*, un vehículo de exploración cuyo diseño está basado en el del *Curiosity*, en activo sobre el planeta rojo desde 2012 (véase *¿Cómo ves?* Núm. 178). Pero el *Perseverance* es mucho más que una simple copia y sus objetivos no son los mismos. El *Curiosity* estudia la evolución del clima marciano y, sobre todo, intenta averiguar si Marte fue habitable en el pasado. Ahora que ya sabemos que sí lo fue, el *Perseverance* buscará signos de vida en el pasado de Marte, cuando fluía agua líquida por su superficie. Para ello el vehículo cuenta con siete instrumentos, cuatro de los cuales son totalmente nuevos. Las joyas científicas de la misión son sin duda los espectrómetros PIXL y SHERLOC que pueden analizar las rocas a poca distancia sin modificarlas ni contaminarlas por medio de rayos X y un láser ultravioleta, respectivamente.

El *Perseverance* no estará solo en Marte. Le acompañará el *Ingenuity*, un pequeño helicóptero de menos de 2 kg de peso, el primero en intentar volar en otro planeta. El *Ingenuity* posee cuatro aspas de 1.2 metros de diámetro que dan 2 400 vueltas por minuto, necesarias para poder volar en la tenue atmósfera marciana, un 99 % menos densa que la terrestre. Un pequeño panel solar suministrará la energía para cargar sus baterías de iones de litio, haciendo posible que realice un vuelo de 90 segundos de duración, con un alcance de unos 300 metros en horizontal y 5 metros en vertical. Por ser una tecnología de prueba, su alcance es limitado: está previsto que realice cinco vuelos durante el primer mes en Marte.

Objetivo: pisar Marte

Gracias a las misiones de exploración marcianas hoy sabemos que la superficie de ese planeta es un inhóspito desierto de arena, piedras y lava, donde no hay rastro de vida detectado hasta ahora. A pesar de estas condiciones poco acogedoras, Marte sigue siendo, por proximidad y semejanza con nuestro planeta, el primer destino si algún día abandonamos nuestro hogar en la Tierra. De hecho, el interés por pisar Marte se ha reavivado en los últimos tiempos (véase *¿Cómo ves?* Núm. 227). La NASA tiene entre sus prioridades llevar al ser humano al planeta rojo en la década de 2030, e incluso algunas empresas privadas como SpaceX han concebido ambiciosos planes de colonización. Después de siglos de observarlo con el telescopio y décadas de exploración por medio de sondas espaciales, está cada vez más cerca el momento de que el ser humano pise la superficie de Marte.

Con vistas a esa histórica misión de ida y vuelta, la NASA ya está pensando cómo simplificarla y abaratarla. Una manera sería no tener que llevar el propelente —oxígeno líquido— desde la Tierra para el viaje de vuelta, sino obtenerlo de la atmósfera marciana. Este es el objetivo del experimento MOXIE de la misión *Mars* 2020, que pretende producir oxígeno a partir del dióxido de carbono presente en Marte. La atmósfera marciana tiene un 96 % de dióxido de carbono por apenas un 0.13 % de oxígeno. El oxígeno producido mediante este experimento no solo serviría de combustible, sino que podría utilizarse también para respirar en Marte.

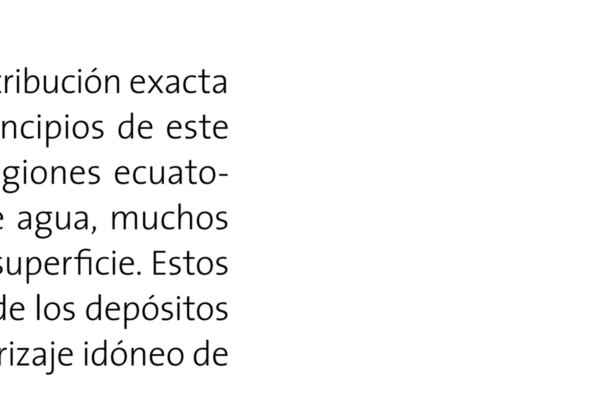
Otro de los puntos claves sería conocer la cantidad y distribución exacta de los enormes depósitos de hielo subterráneo. A principios de este siglo la NASA descubrió que, con excepción de las regiones ecuatoriales, Marte posee gigantescos depósitos de hielo de agua, muchos de los cuales se encuentran a pocos centímetros de la superficie. Estos datos serían muy interesantes para levantar un mapa de los depósitos de hielo y, en función de estos, plantear el lugar de aterrizaje idóneo de los astronautas.

Con la exploración humana en el horizonte, todo lo que aprendamos sobre Marte resultará crucial de cara a una futura expedición tripulada.

MARS 2020

Destino: Cráter Jezero, Marte.
Imagen: NASA/JPL-Caltech/MSSS/JHU-APL

Ilustración: NASA/JPL-CALTECH



Lanzamiento: 30 de julio 2020.
Foto: NASA/Joel Kowsky

- "Perseverance a Marte: 6 preguntas sobre el explorador 'más sofisticado' de la NASA que buscará vida en el planeta rojo", *BBC News* 29 julio 2020: www.bbc.com/mundo/noticias-53573919.
- "Perseverance: el siguiente paso de la conquista de Marte", Ciencia Canaria ACIISI: www.cienciacanaria.es/secciones/a-fondo/1140-perseverance-el-siguiente-paso-de-la-conquista-de-marte.
- Guerrero Mothelet, Verónica, "Rumbo al planeta Marte en 2021", *Ciencia UNAM*, Cd. de México 2020: http://ciencia.unam.mx/leer/1046/rumbo-al-planeta-marte-en-2021.

Daniel Martín Reina es físico y colaborador habitual de *¿Cómo ves?* Actualmente es miembro del grupo de Investigación de Instrumentación Electrónica y Aplicaciones de la Universidad de Sevilla, España. Escribe el blog de divulgación "La aventura de la ciencia": http://laaventuradelaciencia.blogspot.mx

¿será?

Por **Luis Javier Plata**

Cronobiología navideña:

¿es Santa una alondra o un búho?

Como cada diciembre, si hay una persona que atrae en especial la atención de científicos de todo el mundo, es Papá Noel. Más allá de un interés puramente profesional, los investigadores hacen hasta lo imposible por estudiar el comportamiento de Santa Claus para estar en posición de aconsejarlo sobre los posibles riesgos de trabajo a los que se expone, de manera que pueda cumplir con sus entregas sin menoscabo de su salud ni la de las familias que lo esperan durmiendo. Esto se complica bastante si consideramos que Santa es muy celoso de su deber y es raro que dedique tiempo a videoconferencias o que asista en persona a sesiones que permitan a investigadores en medicina y otras áreas científicas diagnosticarlo debidamente.

Pero es época de milagros —o de lo más cercano sin dejar de pisar terrenos científicos— y a pesar de la ausencia del más célebre inquilino del Polo Norte, la evidencia indirecta acumulada ha permitido al biólogo Christoph Randler resolver un misterio navideño de gran interés para la cronobiología. De acuerdo con esta disciplina, que estudia cómo cambia nuestra actividad de manera cíclica a lo largo del día y la noche (ritmos circadianos), Santa y el resto de la humanidad se pueden caracterizar por un cronotipo.

La clasificación cronotípica más básica nos divide en "alondras" o matutinos y "búhos" o vespertinos, ambos reconocibles de manera más o menos sencilla porque los primeros tienen una mayor facilidad para despertarse y realizar sus actividades diarias temprano, mientras que a los segundos les cuesta levantarse muy de mañana y se van a dormir a horas más tardías.

Las implicaciones de que el cronotipo de Santa no coincida con su extenuante actividad nocturna apenas pueden exagerarse. Por ejemplo, un estudio de junio de 2019 de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (publicado en la revista *The Lancet Oncology*) concluyó que "el trabajo por turnos que implica la disrupción circadiana es probablemente carcinógeno para los seres humanos". Traducción: un Santa-alondra podría tener un mayor riesgo de enfermarse de cáncer que un Santa-búho más sincronizado con un turno nocturno. Aunque hay que tomar en cuenta que el horario de Santa no está en continua rotación, sino que ocurre solo una vez al año.

Con los pelos en la mano de Rodolfo el reno (es decir, 224 artículos científicos que han reunido evidencia empírica sobre Santa), Randler enumeró las conductas y rasgos de San Nicolás que permiten identificarlo en el equipo de las alondras o en el club de los búhos, de forma que la suma de los puntos acumulados en cada rubro nos revele su cronotipo.

¿Santa es búho?

Buena parte de los estudios sobre Santa en este siglo se han interesado en uno de sus rasgos más palpables y rotundos: su gordura, para decirlo sin rodeos. Los expertos en el tema consideran que su índice de masa corporal (IMC) es demasiado alto y que su obesidad dista mucho de ser ejemplar para los niños. A partir de los incontables grabados e ilustraciones con los que contamos, algunos investigadores han estimado que el IMC de Santa es superior a 40, lo que lo coloca de lleno en la categoría de obesidad extrema o mórbida. Otros incluso han calculado en casi 10 000 millones de calorías su consumo de galletas y leche que tan solo en Estados Unidos se dejan en las mesas para él durante la noche navideña. Problemas de peso aparte, un alto IMC es más común en cronotipos vespertinos.

Fotos: Shutterstock

Hasta donde sabemos, Santa es de sexo y género masculino (si bien, como advierte Randler, nadie lo ha verificado directamente). Los hombres tienden más a exhibir un cronotipo vespertino. Búhos 2, alondras 0.

Como indica la dirección a la que escriben sus miles de millones de corresponsales, Santa vive en latitudes altas, un factor que favorece la presencia del cronotipo vespertino. Alondras siguen sin anotar.

Tal vez debido a alguna crisis económica o quizá hasta existencial, caminar por los tejados y deslizarse por chimeneas, donde las haya, para entregar juguetes una vez cada 364 o 365 días, puede que haya perdido su encanto luego de algunos siglos. Hubo además una época no muy lejana en la que Santa aceptó un trabajo extra como vendedor de cigarros en campañas publicitarias de más de una compañía tabacalera. Añadamos a esto que lo que antecedió al vaso de leche como cortesía por sus servicios fue una copa de brandy. Obtenemos entonces dos comportamientos —fumar e ingerir alcohol— que son más comunes en cronotipos vespertinos y que apuntan otros tantos en el marcador de los búhos. Para tranquilidad de niñas y niños lectores, no cambiaré de párrafo sin hacer notar que Santa ha abandonado por completo estos malos hábitos.

Como ignoramos si el reciente etiquetado de alimentos y bebidas en nuestro país influye en la histórica afición del hombre del traje rojo por cierta bebida de cola, no hay que ignorar tampoco que los cronotipos vespertinos suelen consumir más bebidas con cafeína, lo que marca una raya más para la columna de los búhos.

Descender por chimeneas y conseguir entrar y salir de las casas sin forzar las cerraduras ni dejar huellas de su paso –aparte de los juguetes– es una conducta de alto riesgo que no deja de ser indicativa de gran creatividad. Una y otra son mayores en cronotipos vespertinos.

Entre las facetas menos positivas de Papá Noel tenemos la de un individuo que posterga hasta el último mes del año la entrega de los obsequios a su cargo, y que se equivoca al hacerlo más allá de lo deseable: prueba de ello son las quejas y berrinches de infantes inconformes por haber recibido, por ejemplo, el modelo equivocado de consola de videojuegos. Los cronotipos vespertinos tienen mayor probabilidad de ser procrastinadores y poco concienzudos.

¿Santa es alondra?

Lo más probable es que San Nicolás sea viejo —a menos que, como han postulado algunas películas, Santa Claus sea más bien un título heredado a descendientes de una misma familia u otorgado a distintas personas con el tiempo— y las personas de edad avanzada suelen más bien volverse matutinas.

Ni a favor ni en contra, sino todo lo contrario

Casi tan legendarias como las risotadas de Santa son la paciencia y jovialidad con que soporta que familias de todo tipo soliciten que pose con sus pequeños angelitos (no pocas veces diablillos) para fotografiarlos. Si la extroversión es más propia de alondras o de búhos es algo que sigue siendo bastante debatido, con evidencia que apoya una u otra suposición.

Parte inseparable de la personalidad de Santa es también el legendario ¡Jo, jo, jo! que anuncia su presencia. Si concedemos que su risa no es fingida (al menos no siempre), lo más probable es que sea un indicador de un estado óptimo de bienestar mental. Por un lado, el buen humor se suele asociar con cronotipos vespertinos, pero por otro, la ausencia de síntomas depresivos suele estarlo con cronotipos matutinos.

Veredicto

La evidencia es apabullante a favor de que Santa Claus es un búho. Pero alondra o búho (más bien lo segundo), y con o sin pandemia (más bien lo primero), en esta época navideña estamos seguros de que Santa está tomando todas las medidas adecuadas para ser una fuerza de paz, y no una de contagio, en sus visitas a las casas de todo el mundo. ¡Feliz Navidad!

envela

Por **Sergio de Régules**

Los cielos de diciembre

Las Gemínidas vistas el 15 de diciembre de 2013 desde el Observatorio del Teide, Instituto de Astrofísica de Canarias.
Foto: J. C. Casado/Starry Earth

Diciembre es el mes de la lluvia de estrellas más confiable y fácil de ver: las Gemínidas. Se llama así porque su radiante está en la constelación de Géminis. Una lluvia de estrellas ocurre cuando la Tierra pasa por una nube de fragmentos dejados por algún cometa o asteroide. El radiante es el punto del espacio hacia el que se dirige la Tierra en su movimiento orbital al momento de la lluvia de estrellas.

Las Gemínidas suelen dar un buen espectáculo, con un promedio de unas 150 estrellas fugaces por hora (en condiciones ideales). Y como en estas fechas la constelación de Géminis está alta en el horizonte antes de la medianoche, no hay que desvelarse ni desmañanarse para verlas.

Las Gemínidas son fragmentos del asteroide Faetón e ingresan en la atmósfera a unos 35 kilómetros por segundo. El máximo ocurre el 13 de diciembre, pero se pueden ver Gemínidas unos días antes y unos días después. No necesitas telescopio ni binoculares para disfrutarlas.

Júpiter y Saturno llevan varios meses en las inmediaciones de la constelación de Sagitario. Júpiter se ha ido acercando a Saturno al tiempo que ambos se hunden en el horizonte por el suroeste cada vez más temprano, conforme el Sol se mueve a esa región del cielo en su movimiento aparente hacia el este. El día 21 los dos planetas están en conjunción muy cerrada, casi como un planeta doble. Búscalos muy cerca del horizonte por el suroeste al ponerse el Sol (quizá no sea fácil).

Ese mismo día es el solsticio de invierno. Estrictamente hablando, los solsticios y equinoccios son posiciones del Sol en la bóveda celeste, pero también llamamos así a los instantes en que el Sol llega a esas posiciones y a los días en los que ocurre. Por supuesto, la que se mueve es la Tierra. En otras palabras, los solsticios y equinoccios son también posiciones del planeta en su órbita. Con el eje de rotación orientado siempre hacia el mismo punto del espacio, la Tierra en sus revoluciones va ofreciendo al Sol ora el hemisferio norte, ora el sur. Los solsticios son los puntos contrarios de la órbita en que uno u otro hemisferio alcanzan su inclinación máxima. Los equinoccios son simplemente los dos puntos intermedios. En el solsticio de invierno el Sol sale y se pone muy inclinado al sur y pasa muy poco tiempo sobre el horizonte: es el día más corto del año y también el de menos luz por metro cuadrado. Por eso en invierno hace frío. Por cierto, ya que estamos: esto no tiene nada que ver con la distancia de la Tierra al Sol, que alcanza su mínimo el 2 de enero, en pleno invierno boreal.

Efemérides

12 La Luna oculta a Venus a las 14:40.
La Luna en perigeo a 361 777 km de la Tierra.

13 Máximo de las Gemínidas, lluvia de estrellas.

14 Eclipse total de Sol, invisible desde México, pero visible en buena parte de Sudamérica (especialmente Chile y Argentina).

21 Solsticio de invierno a las 4:03. Conjunción cerrada de Júpiter y Saturno, visible por el suroeste al ponerse el Sol.

24 La Luna en apogeo a 405 010 km de la Tierra.

nueva
día 14
hora 10:17

creciente
día 21
hora 17:41

llena
día 29
hora 21:28

menguante
día 07
hora 18:37

este espacio **ES TUYO**

Aquí puedes publicar una fotografía tuya de cielo nocturno. Envíala junto con tus datos a
redescv@dgdc.unam.mx

Leer

La vida de los árboles

Francis Hallé
Editorial Gustavo Gili
Cd. de México, 2020

El reconocido científico francés, descubridor de la "arquitectura botánica", Francis Hallé muestra aquí lo que hay detrás de la ciencia de uno de los seres vivos más presentes en la cultura botánica: los árboles. Descubre también sus secretos como los organismos más hermosos y longevos.

Alimentación para maratonistas

Karen Camera
Penguin Random House
Grupo editorial
Argentina, 2020

La preparación progresiva y rigurosa que implica un maratón (carrera de larga distancia de poco más de 40 kilómetros) requiere de un gran esfuerzo corporal y mental que debe asumirse con seriedad: informarnos sobre el tipo de alimentos que debemos ingerir antes y los más adecuados durante y después de alcanzar la meta. Además de la preparación física, antes de correr un maratón es conveniente ingerir alimentos con fibra o integrales; incluir aquellos ricos en vitamina B, como la B12 en el pescado, el huevo y la carne (para la formación de glóbulos rojos) y la B3 en el pan y también en la carne (para disminuir el cansancio o fatiga).

Cada vez más jóvenes participan en maratones o entrenan para correr menores distancias. En la Ciudad de México, por ejemplo, desde 1983 la carrera se lleva a cabo durante la última semana de agosto con la participación de más de 35,000 personas. Si eres una de ellas, recomendamos este libro de una experimentada nutrióloga que te será muy útil para maximizar tu rendimiento.

libros UNAM OPEN ACCESS

Académicas que inspiran vocaciones científicas
Guevara Ruiseñor, Elsa
S. y E. García López

Ante la urgencia de incorporar mayor número de jóvenes a la investigación y mujeres wcientíficas, este texto hace visible el papel de las académicas para incentivar vocaciones en diversas áreas de la ciencia.

Escuchar

Confesiones y confusiones en Radio UNAM A.M.

Temas de actualidad, como la salud sexual y reproductiva y las adicciones, de especial relevancia para adolescentes y adultos jóvenes.

RADIO UNAM 1060 AM

RADIO 89.5 FM UNIVERSIDAD

Disfruta el programa radiofónico **Unidos por la química. Socializar la química y sus aspectos cotidianos**. Viernes 12:00 hrs. en radio.uaq.mx 89.5 FM, Radio Universidad Autónoma de Querétaro.

Ver

Canal 22
Este canal ofrece todos los domingos, a las 23:30 hrs.,
Historia de las adicciones,
un programa que nos muestra cómo estas se desarrollan.

NAT GEO WILD

En el **canal 886**, de NatGeo Wild sumérgete en el asombroso
Imperio Salvaje,
los domingos de las 21:40 a las 22:30 hrs.

Canal 11.1
Asómate a Naturaleza espectacular,
todos los domingos a las 16:15 hrs. por el Canal 11 de TV.

De película

Por **Arturo Vallejo**

Título: ***Tesoros***
Directora: María Novaro
Guión: María Novaro
Reparto: Dylan Sutton-Chávez, Andrea Sutton-Chávez, Michel Lucas, Julieta Bárcenas
Año: 2017
País: México

Fotos: Netflix

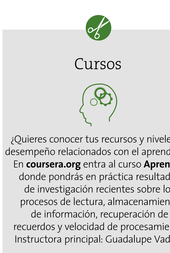
Al igual que otros países de la región, México también tuvo su época de oro de la piratería: generalmente como víctima. Entre los siglos XVI y XVIII, las abandonadas y desprotegidas comunidades de las costas de México fueron repetidamente saqueadas por filibusteros, bucaneros, corsarios y piratas de origen inglés, francés y holandés, entre otros. Uno de los más famosos es, sin duda, Francis Drake, odiado por la corona española y admirado en su natal Inglaterra. Además de por sus inmensas ganancias, a Drake se le reconoce por haber sido la segunda persona en circunnavegar el mundo en una sola expedición. La fortuna de Drake es precisamente el detonador de *Tesoros*, película de corte familial escrita, dirigida, producida y editada por la cineasta mexicana María Novaro. Una familia mexico-estadounidense —los "güeros"— se muda a vivir a una comunidad de pescadores en Barra de Potosí, en el estado de Guerrero. Una vez ahí, Andrea y Dylan entablan una complicada relación con otros niños y niñas del lugar, pero pronto se unen como pandilla para buscar el tesoro perdido que Drake supuestamente escondió ahí durante sus viajes al Pacífico.

Uno de los temas más vivos de la cinta es el de la biodiversidad y la importancia de la educación ambiental desde la infancia. En la escuela rural, en donde ahora tienen que estudiar Dylan y Andrea, se les enseña cómo proteger a las tortugas, por ejemplo. Ahí también aprenden sobre las diferentes ballenas de esa costa y disfrutan, así sea a regañadientes, de los imponentes paisajes naturales del lugar. El mensaje es doblemente importante si consideramos que dado su bajo desarrollo industrial, Guerrero es un estado que depende estrechamente del aprovechamiento de sus recursos naturales: 522 kilómetros de costa, superficies de manglar y ecosistemas subacuáticos en los cuales habitan una gran cantidad de especies de peces que son sujetos a pesca comercial y donde anidan tortugas marinas. La vieja máxima de "lo que no se conoce no se conserva" aplica a este patrimonio natural, y *Tesoros* nos ofrece una ventana a un auténtico paraíso.

Rara avis para el cine mexicano, en el que no abundan las películas infantiles, la directora rescata con nostalgia el tópico de películas ya olvidadas como *La palomilla al rescate* (Ortega, 1976), o, si se quiere, incluso las aventuras de piratas de *Goonies* (Donner, 1985). Es fácil recordar y compartir la emoción, el entusiasmo y la adrenalina que siente este grupo de niños y niñas en su búsqueda del tesoro, mapa en mano y todo. *Tesoros* es, pues, un extraordinario experimento a caballo entre el documental, la ficción, la autoficción y la película familiar, que ha sido premiado por festivales internacionales como la Berlinale y el FIM Cine de Brasil. Hoy puede verse a través de la plataforma FilminLatino Mx en renta o como parte de la suscripción. Altamente recomendable. Disponible en www.filminlatino.mx/pelicula/tesoros

Visitar

Los últimos 100 años de la historia sismológica de México al alcance del visitante.



Museo de Geofísica, UNAM

Este recinto surgió después de formarse en 1904 la Asociación Sismológica Internacional, creada para mejorar la instrumentación sísmica a nivel mundial. En respuesta, en México se estableció el Servicio Sismológico Nacional (SSN) que primero se instaló en un edificio porfiriano de la Estación Sismológica Central de Tacubaya, en la Ciudad de México. Luego se le agregaron dos pabellones y se alojó una colección de sismógrafos que desde 1929 pasó a formar parte de la UNAM y más recientemente de su Instituto de Geofísica.

Como sede del SSN, el ahora Museo de Geofísica contiene valioso instrumental y un importante acervo de sismogramas del país y por ende de nuestra historia sismológica reciente. Posee una colección de distintos instrumentos para geodesia y diversos modelos de GPS, un gravímetro y dos mareógrafos; cuenta, además, con valiosos documentos sobre el monitoreo volcánico y el empleo de gravímetros, sismómetros, magnetómetros e inclinómetros, así como otros instrumentos similares a los que se emplearon para estudios de sitio en el volcán Paricutín.

Cursos

¿Quieres conocer tus recursos y niveles de desempeño relacionados con el aprendizaje? En **coursera.org** entra al curso **Aprender**, donde pondrás en práctica resultados de investigación recientes sobre los procesos de lectura, almacenamiento de información, recuperación de recuerdos y velocidad de procesamiento. Instructora principal: Guadalupe Vadillo.

Estás en proceso de titulación o finalizando estudios universitarios y deseas elaborar tu tesis en poco tiempo, **coursera.org** te ofrece el curso **¿Cómo hacer una tesis?**, donde se conjugan los conocimientos, habilidades y aptitudes con que cuentas y se impulsan tus capacidades de investigación.

Museo de Ciencias de Miami Patricia & Phillip Frost

Un recinto con exhibiciones espectaculares, un planetario, un acuario, además de equipamientos sobre las diferentes ciencias y de asteroides en 3D. Conócelo en www.worldkids.es/es/museo-la-ciencia-phillip-patricia-frost-miami/

Museo Nacional de Antropología Dr. David J. Guzmán, El Salvador

Reúne colecciones de diversidad biológica y geológica, bellas artes e historia de las sociedades prehispánicas en ese país.

Museo Nacional de Antropología Dr. David J. Guzmán
Av. de la Revolución, San Salvador, El Salvador
comunicacionesmuna@cultura.gob

Museo de Ciencias de Miami Patricia & Phillip Frost
Parque de los Museos de Miami, frente a la Bahía de Vizcaya s/n
Miami, Florida
Estados Unidos

Museo de Geofísica de la UNAM
Antigua Estación Sismológica Nacional
Tacubaya
Ciudad de México
www.geofisica.unam.mx/museos

falacias

Por **José Manuel Posada**

El asombroso Randi, flagelo de los charlatanes

La validez de las afirmaciones científicas se establece por medio de evidencias. Cuando estas faltan no no se puede hablar de conocimiento científico. Este es el caso de las afirmaciones de la homeopatía, la terapia reiki o las personas que dicen tener poderes psíquicos, todas ideas ampliamente desacreditadas, aunque tengan un número considerable de adeptos. "El hecho de que millones de personas crean en algo no lo vuelve verdadero", advertía constantemente James Randi, el ilusionista que dedicó buena parte de su vida a desenmascarar charlatanes que lucraban con la ignorancia ajena.

Su lucha comenzó a principios de la década de los 70. James Randi se sabía todos los trucos de los escapistas y los magos profesionales. Esto le ayudó a desentrañar y reproducir los trucos de supuestos psíquicos como Uri Geller o líderes religiosos deshonestos como Peter Popoff, famosos y popularísimos embaucadores que utilizaban falsos discursos y trucos baratos para embolsarse ganancias considerables a expensas de los crédulos.

> El hecho de que millones de personas crean en algo no lo vuelve verdadero.

Randi tenía una personalidad carismática y un aspecto impresionante que hacía pensar en un moderno mago Merlín, características que aprovechaba para transmitir su mensaje: las afirmaciones científicas se sustentan con evidencias. James Randi supo inspirar respeto en muchos ámbitos, y en especial en la comunidad científica. Incluso fue invitado varias veces a desmentir investigaciones sobre supuestos hechos paranormales.

La ciencia no se rige por las reglas de la democracia. Las leyes, teorías y principios no tienen que ajustarse a las creencias ni a los deseos de la mayoría. Tampoco se someten a la voluntad de ningún dictador que quiera imponer cómo debe de comportarse la naturaleza. No. La ciencia busca evidencias, y si las hay, el camino se va marcando en esa dirección. Así, sabemos que las vacunas funcionan por las pruebas que se han acumulado a favor de su eficacia desde hace más de 200 años y sabemos que la Tierra es esférica por las innumerables observaciones que lo avalan desde hace más de 2 000 años, además de las fotografías y videos que lo demuestran. Randi, en este sentido, gozó de una mente científica pese a que nunca estudió formalmente ciencias.

Sus presentaciones en programas de televisión hace varias décadas todavía son bien recordadas ya que además de su habilidad, inteligencia y conocimientos, gozaba de un enorme encanto que no dejaba indiferente a nadie. Esto puede apreciarse en el documental *An Honest Liar* ("Un mentiroso honesto") de 2014 en el que se relata su vida desde que nació en Toronto, Canadá, en 1928. En el documental flota, sin mencionarla, una idea importante: cualquiera puede tener, usar y disfrutar el pensamiento científico, sin importar a lo que se dedique.

Por eso muchos científicos y legos por igual lamentaron la muerte del que se hacía llamar "el asombroso Randi" en septiembre pasado, a los 92 años de edad. Lo recordaremos con enorme cariño y agradecimiento.

retos

Por **Antonio Ortiz**

Ilustración **Carlos Durand**

Frío y caliente, ahora y después

Ciudades extremas

Una mañana Florencia se puso a investigar dónde hacía más calor y más frío a lo largo del año y encontró que en el despoblado Polo Sur la temperatura ha llegado a -100 °C. La temperatura más fría en lugar habitado corresponde a la ciudad de Yakutsk en Siberia, Rusia, con un promedio anual de -67.7 °C, mientras que en México la más baja es la de Ciudad Madera, Chihuahua, de hasta -27 °C.

Florencia encontró información sobre las 5 temperaturas más altas de México de 1960 a 2020. Fueron de 52 °C, 50.6 °C, 52.5 °C y 51.2 °C en la ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora, donde llegaron a ser de más de un grado que la más alta registrada en Ciudad Juárez, Chihuahua. También constató que en Huetamo, Michoacán, se habían superado los 50.6 °C de la ciudad de Navojoa, Sonora, pero no así la temperatura más alta registrada en Mexicali, Baja California. Y luego se preguntó cuál era la temperatura más alta correspondiente a cada una de esas ciudades. Para encontrar la solución Florencia descubrió que le faltaba el dato de que a Mexicali no le correspondía la temperatura más alta registrada en el país. **¿Cuál de las 5 temperaturas correspondía a cada ciudad?**

Albañiles en la azotea

Florencia leyó sobre el cambio climático debido al calentamiento global provocado por la actividad humana (deforestación, utilización de aerosoles, cantidad de CO_2 y ozono en la atmósfera) y en menor medida por causas naturales. Todo eso ha provocado que desde el comienzo de la Revolución Industrial en 1880 la temperatura promedio de la Tierra se haya elevado 0.8 °C. Y con esa preocupación Florencia encontró un artículo donde se mencionaba que debido al aumento de las temperaturas en ciertas regiones de México, sobre todo en el norte, los albañiles que impermeabilizan los techos de las casas ahora trabajan mucho más rápidamente que antes gracias a una técnica prehispánica, procurando permanecer menor tiempo expuestos al Sol y los rayos UV. Así, en promedio, 1 albañil cubre cada hora el doble de la superficie que había cubierto hasta ese momento.

Si 1 albañil había cubierto con impermeabilizante la azotea de un edificio en 30 horas, **¿cuánto hubieran tardado 2 albañiles en hacerlo?**

Muchachos voladores

Florencia encontró otro artículo pero del año 2090 con información del futuro sobre los estragos del calentamiento global y algunos adelantos tecnológicos como los transportes individuales no contaminantes (una especie de patineta que flotaba en el aire y viajaba a velocidad constante). Con respecto a estas patinetas, se mencionaba que un muchacho que vivía en Veracruz salía a las 10 en punto del puerto con dirección a Lisboa, Portugal, en su patineta voladora, mientras que de la ciudad de Lisboa en ese mismo momento salía de ese puerto con dirección a Veracruz una muchacha en su respectiva patineta voladora. Unas 2 horas después, en pleno océano Atlántico, el muchacho y la muchacha se cruzaron y se saludaron. En ese momento, **¿de cuál de los dos puertos estaban más cerca el muchacho y la muchacha?**

Soluciones Núm. 264

Perico arreglado. El perico daba descuento a quien contestara correctamente la cantidad de letras que tuviera el número que dijera. Dieciocho tiene 9 letras, ocho tiene 4 letras, 14 tiene 7, diez tiene 4, cero tiene 4 y seis también tiene 4 letras.

Cuestión de tonalidades. Susana pagó mínimamente 90 pesos por 9 impresiones: 3 salieron demasiado claras, 3 demasiado oscuras y 3 con la tonalidad adecuada.

Número mínimo. Julián debía sacar mínimo 4 grabados del taller.

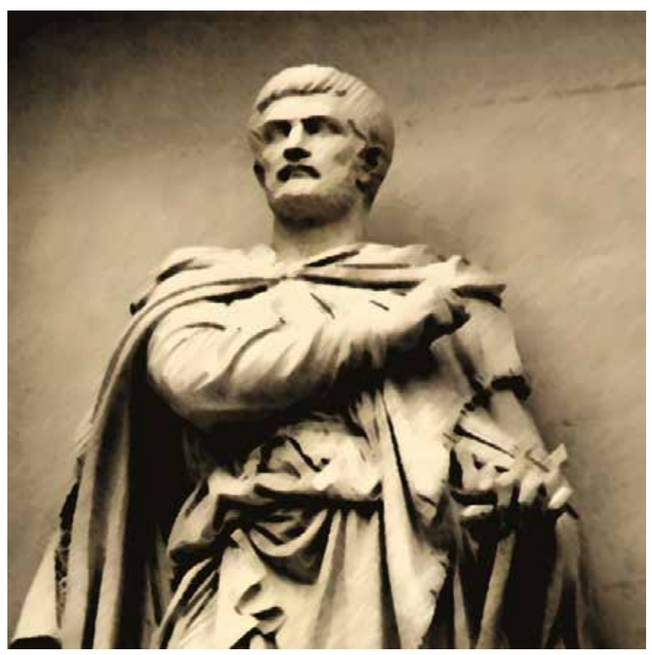
¿qué**verás**?

LA VIDA, UNA Y OTRA VEZ

El relato de las extinciones masivas en nuestro planeta.

DIVERSIDAD DE VACUNAS CONTRA LA COVID-19

Cómo se están desarrollando y cuáles son sus diferencias, similitudes, ventajas y desventajas.

EL ASOMBROSO PYTHEAS DE MASSILIA

Las aportaciones a la ciencia de un astrónomo y explorador que vivió hace más de 2 000 años.