

# ¿cómo ves?

Divulgación de la Ciencia • UNAM

# STARLINK

# Una constelación de satélites



# El nuevo coronavirus

# ¿Qué sabemos de su origen?

# Cero basura

# Un objetivo posible

Año 22 • Núm. 258

**■ De entrada**

Estrella Burgos

**■ Ráfagas**Noticias de ciencia  
y tecnología  
*Martha Duhne***■ Al grano**

Internet desde el espacio

**■ Cómo sabemos**El origen de las vacunas  
*Beatriz Gutiérrez de Velasco***■ Ojo de mosca**Conexiones epidémicas  
*Martín Bonfil***■ Aquí estamos**¡Rayos!  
*David Vázquez Z.***■ ¿Quién es?**Atocha  
Aliseda Llera  
*Anayansi Inzunza*

**La constelación Starlink**

Ventajas para las comunicaciones y desventajas para la astronomía de este enjambre satelital.  
*Daniel Martín Reina*

**Diseño**  
Georgina Reyes Coria  
**Ilustración**  
Raúl Cruz Figueroa  
**Año 22 • Núm. 258**  
**Mayo 2020**

**Cero basura:  
el mejor desecho es  
el que no se genera**

El manejo integral, cambiar hábitos y predicar con el ejemplo está dando resultados en la UNAM.  
*Guillermo Cárdenas Guzmán*

**Meteorito Allende.  
La roca que vio nacer al Sistema Solar**

Cayó en México en 1969. Su insólita composición todavía es objeto de estudio.

*Karina E. Cervantes de la Cruz y  
Antígona Segura Peralta*

**■ ¿Será?**Para caerse de  
espaldas  
*Luis Javier Plata***■ En vela**Los cielos de mayo  
*Sergio de Régules***■ ¿Qué hacer?**Ciencia para leer,  
escuchar, ver y visitar**■ Falacias**El coronavirus  
no fue creado en  
un laboratorio  
*Martha Duhne***■ Retos**La trompeta no  
solo echa aire  
*Antonio Ortiz*

Cuando leas esto seguiremos en cuarentena por la pandemia del nuevo coronavirus. Y en este encierro muchos de nosotros recurrimos a internet para informarnos y conectarnos con amigos, familiares y colegas. Pero en el mundo 40 % de la población no cuenta con este servicio. Parecería entonces deseable que aumentara la cantidad de satélites de telecomunicaciones que orbitan el planeta para poner internet al alcance de cualquiera, aun en los sitios más remotos. Eso es Starlink, una constelación de satélites de la empresa SpaceX que planea lanzar al espacio 12 000 de estos aparatos para 2024, como nos cuenta Daniel Martín Reina. La empresa ya ha puesto en órbita 360. ¿Algún problema? Sí: una cantidad tan desmedida de satélites contribuirá al aumento de la basura espacial y puede afectar seriamente la observación astronómica.

Guillermo Cárdenas nos trae buenas noticias. Su reportaje “Cero basura” se ocupa de un proyecto de la UNAM, campus Cuernavaca, Morelos. El objetivo es aprovechar los residuos sólidos de diversas maneras, y en conjunto con proveedores de materiales y con empresas recicadoras. Se trata de un ejemplo a seguir para solucionar uno de los problemas más urgentes de nuestro país: la falta de una adecuada gestión de la basura.

Hace poco más de 50 años cayó en el norte de México el meteorito Allende, del cual se han recuperado más de dos toneladas y que ha sido objeto de numerosas investigaciones. Y es que no es un meteorito cualquiera: su composición es muy poco común y contiene muchas claves del origen del Sistema Solar, como explican Karina Cervantes y Antígona Segura y dan cuenta de su propia investigación sobre este asombroso objeto.

En nuestras secciones fijas encontrarás información sobre la pandemia. Esperamos que la situación mejore pronto y podamos retomar nuestras actividades cotidianas. Por ahora cuídate y quédate en casa.



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**

Director de Medios de Comunicación

**Ángel Figueroa Perea**

Subdirectora de Medios Escritos

**Rosanela Álvarez Ruiz**

Editora **Estrella Burgos**

Asistente editorial **Isabelle Marmasse**

Jefa de redacción **Gloria Valek**

Coordinador científico **Sergio de Régules**

Diseño **Georgina Reyes**

Asistentes de diseño **Carla D. García**

Gestión de contenido **Claudia Hernández**

**Guillermo Cárdenas G.**

Asesoría **Alicia García B.**

**Martín Bonfil**

Contenidos digitales **Mónica Genis**

Redes sociales **Anayansi Rodríguez A.**

Comercialización **Gabriela García C.**

Suscripciones **Guadalupe Fragoso**

Promoción **Alma Ferreira**

**Alejandro Rivera**

### **Edición Digital**

Atenayhs Castro

José Luis Yañez

Claudia Hernández

Ana Lara

Jorge Trejo

### **Consejo editorial**

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

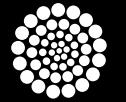
Los artículos firmados son responsabilidad del autor por lo que el contenido de los mismos no refleja necesariamente el punto de vista de la UNAM. Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores.

¿Cómo ves?, Publicaciones UNAM, es una publicación mensual numerada de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Editora responsable: Estrella Burgos Ruiz. Reserva de derechos al uso exclusivo del título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública 04-2002-073119042700-102. Certificado de licitud de título 10596, Certificado de licitud de contenido 8048, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. ISSN 1870-3186.

Toda correspondencia debe dirigirse a:  
Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Subdirección de Medios Escritos,  
Círculo Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, CDMX,  
C.P. 04510. Tel.: (55) 56227297

[redescv@dgdc.unam.mx](mailto:redescv@dgdc.unam.mx)

**Año 22, número 258, mayo 2020**

 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**  
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Por **Martha Duhne Backhauss**

## Descubren los restos de una antigua ciudad

Un equipo internacional de arqueólogos dio a conocer el descubrimiento de Sak Tz'i, ciudad maya que buscaban hacía más de 25 años. El sitio se localiza en lo que actualmente es la comunidad de Lacanja Tzeltal en el estado de Chiapas, una zona selvática muy cercana a la frontera con Guatemala. Los arqueólogos sabían de su existencia por distintas evidencias encontradas en excavaciones de ciudades mayas vecinas como Chichen Itzá y Palenque, pero no habían podido localizarla. Finalmente Sak Tz'i, o “perro blanco” en lengua tzeltal, fue descubierta en el verano de 2014, pero no fueron los expertos sino un ganadero que trabajaba en el patio trasero de su casa cuando, al remover tierra y piedras, descubrió una estela maya que llevaba cerca de 2 000 años enterrada. El ganadero y un amigo le avisaron a Whittaker Schroder, arqueólogo de la Universidad de Pensilvania y experto en cultura maya que llevaba años trabajando en la zona. Schroder revisó la pieza y, luego de meses de trabajo, confirmó que era auténtica.

Cinco años después, Schroder consiguió los permisos necesarios para iniciar las excavaciones con un equipo de expertos del que forman parte dos mexicanos, uno de la Universidad Autónoma de Yucatán y otro de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. El equipo encontró varias estructuras que sugieren que Sak Tz'i fue importante en la región a pesar de no ser una ciudad muy grande ni poderosa. Los investigadores descubrieron una pirámide de 14 metros de altura rodeada de estructuras que parecen haber sido las habitaciones de los gobernantes. La pirámide tiene también varias estelas a su alrededor, en una de las cuales se ven las plantas de unos pies dirigidas al espectador, una representación muy rara que solo se ha encontrado en algunas piezas de cerámica. Había asimismo una cancha de juego de pelota y un espacio que parece haber sido un mercado. La ciudad estaba rodeada de muros de mampostería, probablemente para defenderse de sus poderosos vecinos.

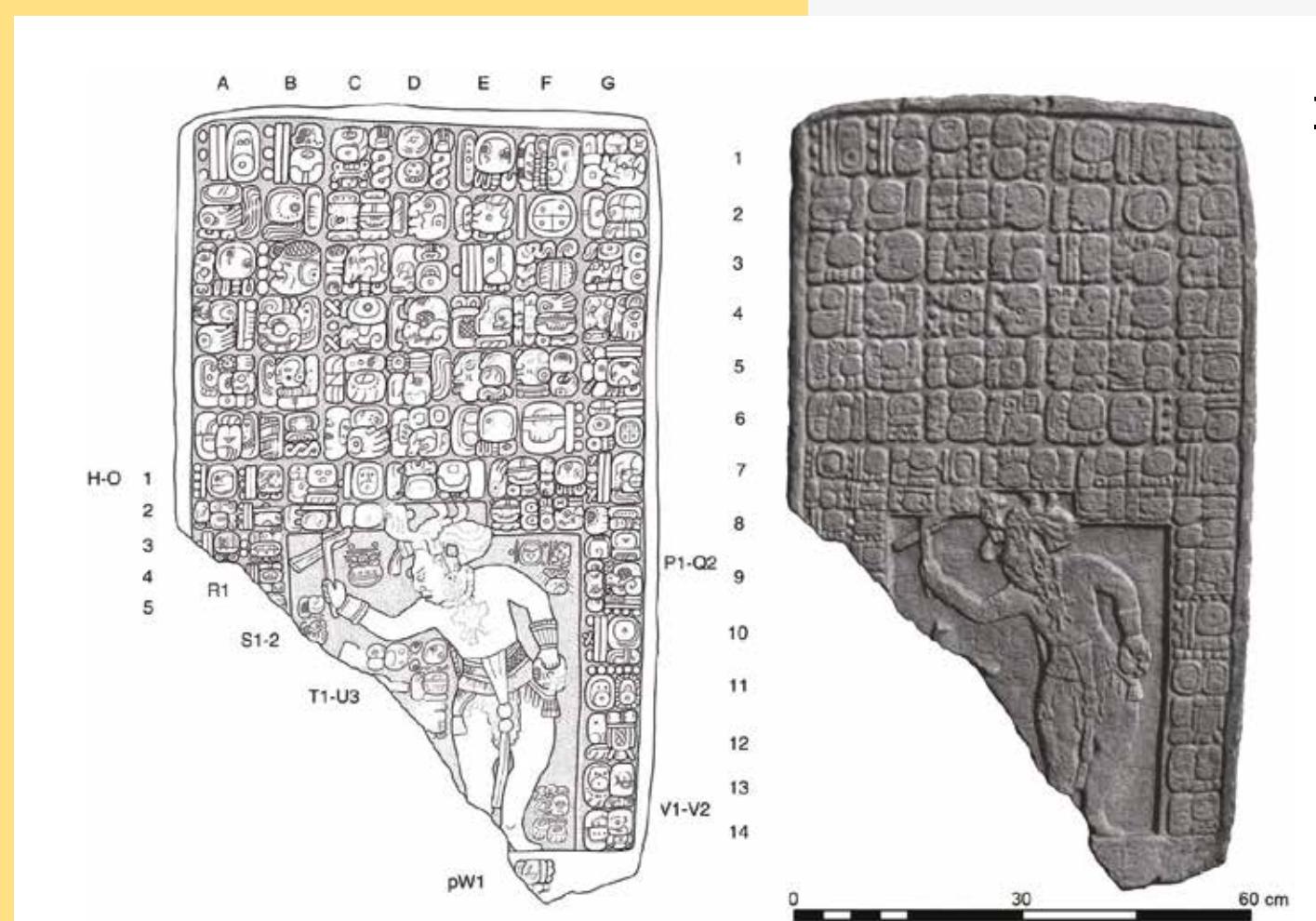


Ilustración y reconstrucción de una estela de *Sak Tz'i*.

S. Houston y C. Golden

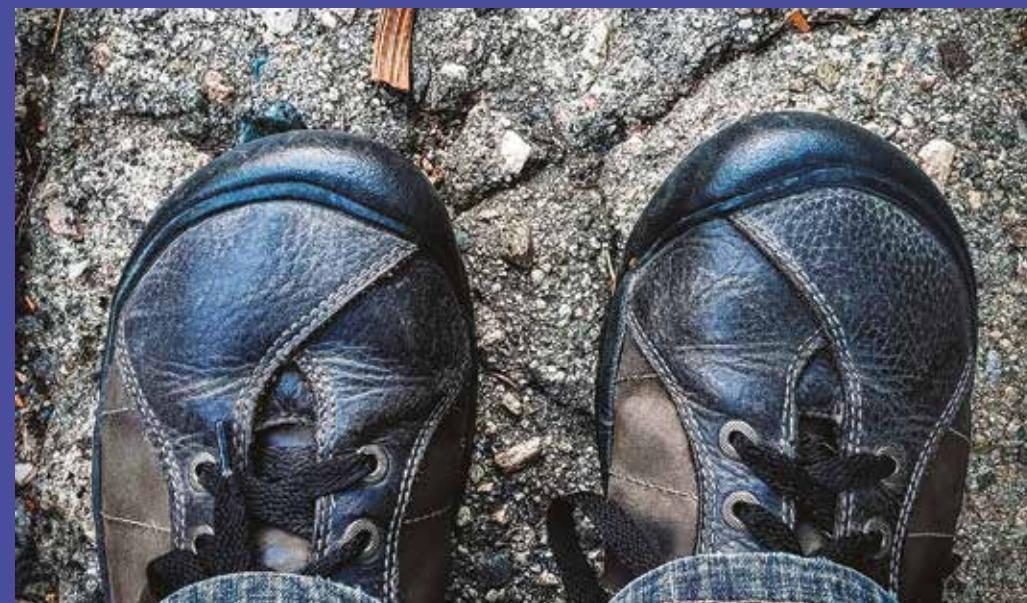
Inscripciones en estelas que hablan de guerras y rituales; contienen una representación de la mitológica serpiente de agua y otra de un dios relacionado con la lluvia.

Los científicos, que tuvieron que trabajar en medio de las vacas que pastaban en los terrenos, encontraron también un patio llamado Muk'ul Ton, o Plaza de los monumentos, que probablemente se usaba para ceremonias políticas y religiosas. Los arqueólogos suponen que se trata de la capital del reino de Sak Tz'i, y calculan fue poblado desde el 750 a.C. y que existió durante cerca de 1000 años.

El descubrimiento fue dado a conocer en la revista *Journal of Field Archaeology*. Los investigadores esperan que en trabajos posteriores podrán dar información sobre la política, economía, rituales y guerras de las regiones occidentales de la civilización maya. Y planean usar una herramienta a base de rayos láser montados en drones para descubrir la arquitectura y la topografía que se mantiene oculta bajo la selva.

## Pasos hacia la salud

Un estudio reciente sugiere que existe una relación entre caminar más de 4 000 pasos al día y una mejor calidad de vida y la salud. En estudios previos se había examinado la relación entre el número de pasos que da al día una persona y la muerte, pero en pacientes enfermos o de edad avanzada. En esta investigación, Pedro Saint-Maurice, del Instituto Nacional de Cancerología de Estados Unidos, y sus colegas se interesaron en entender si existía esta relación en personas sanas.



Para hacerlo, revisaron datos de un censo que se realiza periódicamente desde los años 60, diseñado para evaluar la salud y el estado nutricional de adultos y niños en Estados Unidos. El equipo estudió a 4 840 adultos sanos de una edad promedio de 56 años y un mínimo de 40. Los participantes midieron el número de pasos que daban al día y la distancia que recorrían por medio de un aparato llamado podómetro. Los investigadores tomaron datos entre 2003 y 2006 y luego volvieron a revisar el estado de salud de los participantes, así como las defunciones. Estudiaron las causas de la muerte y los decesos por enfermedades cardiovasculares o cáncer.

El equipo encontró que las personas que dieron entre 8 000 y 12 000 pasos al día tuvieron respectivamente 51 % y 65 % menos riesgo de morir durante un periodo de 10 años que los que dieron menos de 4 000 pasos al día.

Los resultados se publicaron en la revista *Journal of the American Medical Association* en marzo. Los investigadores aclaran que no encontraron ninguna relación significativa entre la velocidad de la caminata y la mortalidad. En otras palabras, no importa la velocidad: solo camina más de 8 000 pasos al día para alejarte de médicos y hospitales.

## El valor del suelo

Conservar los suelos de nuestro planeta, los que aún existen en ecosistemas naturales y los que requieren restauración, podría ayudar a absorber más de 5 000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

Unos investigadores de la organización Nature Conservancy publicaron en marzo un artículo en la revista *Nature Sustainability* en el que aseguran que tan solo el primer metro de suelo de todo el planeta contiene una cantidad de CO<sub>2</sub> comparable a la que hay en la atmósfera, lo que es posible porque los árboles capturan el CO<sub>2</sub> y lo ceden a los organismos del suelo al morir. Cerca de 40 % de este potencial de almacenamiento se logra simplemente dejando sin modificar los suelos de los ecosistemas naturales.

La mayoría de la destrucción de los ecosistemas se debe a la expansión de tierras agrícolas, por lo que frenarla es una importante estrategia. Además la agricultura produce una tercera parte de los gases de efecto invernadero.

Los ecosistemas proveen más que solo alimentos: también brindan servicios indispensables como regulación del clima, agua, biodiversidad y captura de carbono. La ONU designó el 2015 como Año Internacional de los Suelos, entre otras razones, “porque los suelos constituyen la base del desarrollo agrícola, de las funciones esenciales de los ecosistemas y de la seguridad alimentaria y son por tanto un elemento clave para el mantenimiento de la vida en la Tierra”.



Gerd Altmann/Pixabay

## Nueva especie de rana

Una rana de poco más de 55 milímetros de largo fue declarada como especie nueva y nombrada *Sarcohyla floresi* para honrar el trabajo científico de un herpetólogo mexicano, Oscar Flores Villela.

Unos científicos de la Universidad de Michigan hicieron el descubrimiento a partir de un ejemplar que formaba parte de la colección de anfibios de su universidad y después viajaron a la Sierra Madre del Sur, donde corroboraron que se trata de una especie nueva.

Esta ranita empieza su vida en arroyos pequeños o charcos en el bosque seco caducifolio, característico de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre del Sur, en Guerrero y en la parte sur del Estado de México. Los adultos de la especie viven en árboles y arbustos.

Óscar Flores Villela es un investigador de la Facultad de Ciencias de la UNAM que ha dedicado mas de 40 años al estudio de reptiles y anfibios. Su grupo ha descrito más de 60 especies. El trabajo de localizar, describir y preservar especímenes biológicos en colecciones es importante para conocer nuestro patrimonio natural. Además los anfibios son uno de los grupos animales que se encuentran en mayor riesgo, lo que se debe a la destrucción de su hábitat, la contaminación de cuerpos de agua, el comercio ilegal de especies, y recientemente, por la quitridiomicosis, una enfermedad causada por un hongo. Los resultados de este descubrimiento se publicaron en la revista *Zootaxa* en marzo pasado.



Kaplan, Heimes y Aguilar

## Conexiones entre el cerebro del bebé y su madre

Investigadores de la Universidad Atlántica de Florida demostraron que el contacto directo, piel con piel, entre un bebé y su mamá, conocido como cuidado canguro, es benéfico para el desarrollo neurofisiológico del bebé, en especial durante los primeros meses de vida.

En el estudio participaron 33 madres y sus bebés. Los investigadores estudiaron patrones de actividad cerebral por medio de electroencefalogramas y midieron los niveles de oxitocina y cortisol en los bebés y sus mamás. La oxitocina es una

hormona involucrada en las contracciones durante el parto y la posterior producción de leche en la mamá y del reflejo de succión en el bebé. Pero además está implicada en comportamientos relacionados con la confianza, el altruismo, la formación de vínculos, la empatía y el apego. El cortisol se relaciona con respuestas de estrés.

Los investigadores dividieron a los participantes en dos grupos: las madres del cuidado canguro recibieron un portabebé adecuado y un cuaderno para anotar cuánto tiempo usaban el portabebé, el cual permitía el contacto físico directo. Las madres del grupo de control recibieron almohadas y diarios para registrar la alimentación del bebé. Las mamás de un grupo no tenían idea de qué hacía el otro. A los bebés se les puso una gorra de lycra elástica para medir la actividad del cerebro durante algunos minutos. La oxitocina se midió en la orina y el cortisol en muestras de saliva.

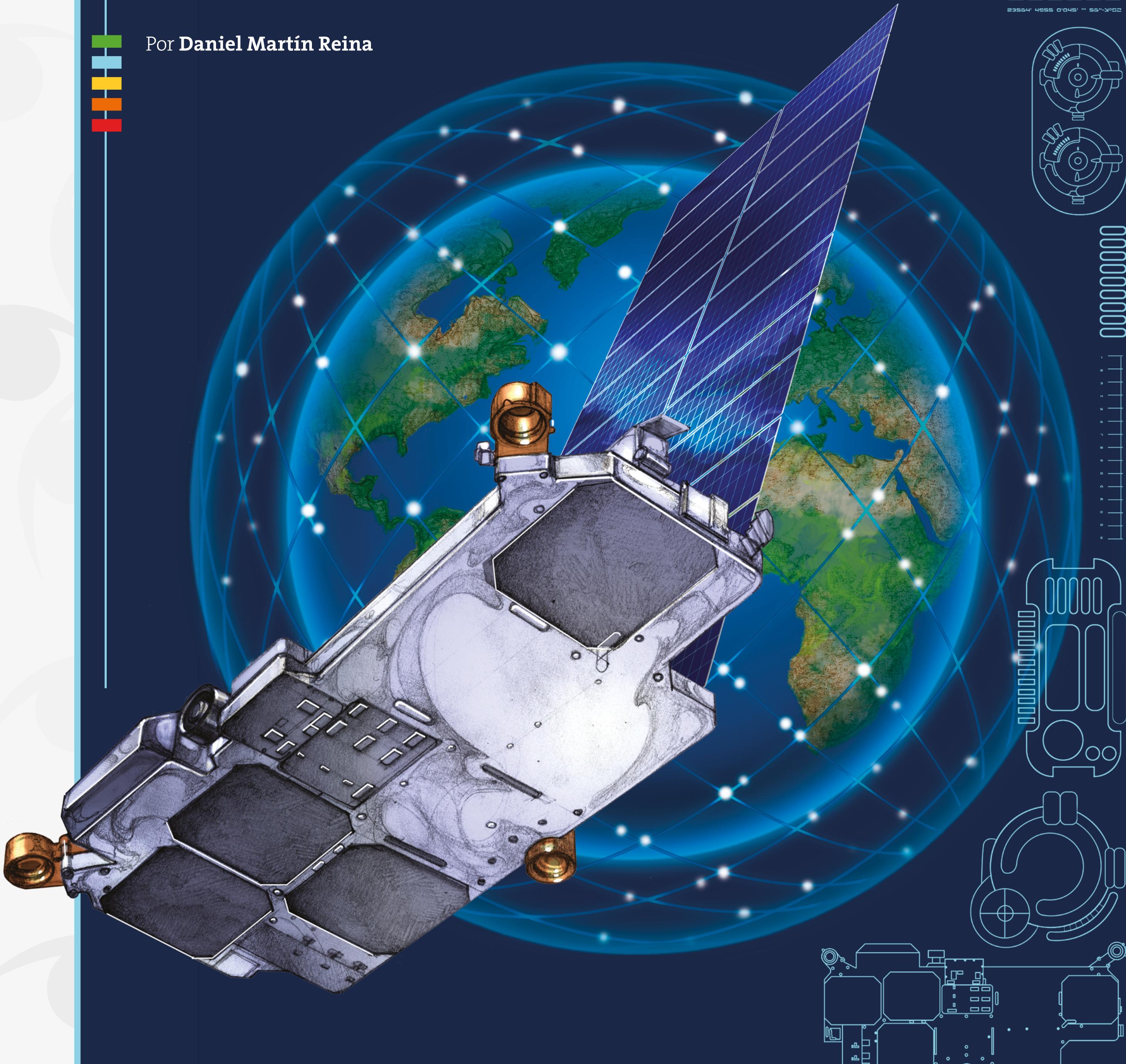
Los resultados del estudio, publicados en la revista *Infant Behavior and Development*, indican que el contacto físico constante como el que permite el cuidado canguro hizo aumentar los niveles de oxitocina y redujo el estrés tanto de las madres como de los bebés, e influyó favorablemente en el desarrollo neurológico de estos.



La constelación

# STARLINK

Por Daniel Martín Reina



Ilustraciones Raúl Cruz Figueroa



La empresa SpaceX quiere llevar internet a todo el planeta por medio de un enjambre de miles de satélites. Esta y otras constelaciones de satélites podrían afectar a la astronomía. ¿Son más las ventajas que las desventajas?

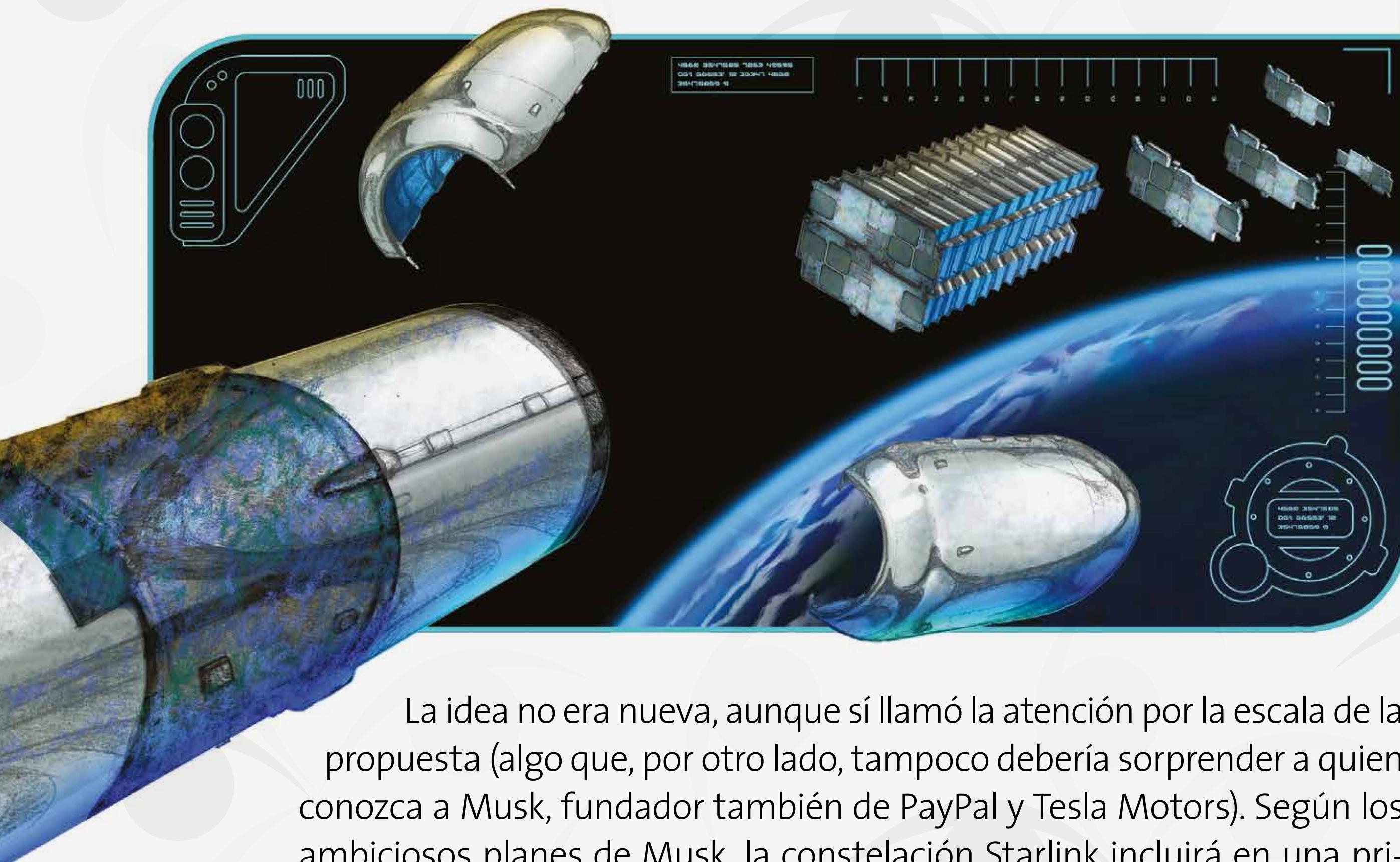
**F**l 24 de mayo de 2019 despegaba de Cabo Cañaveral, Florida, un cohete *Falcon 9* con los primeros 60 satélites del sistema Starlink. Así se llama la constelación de satélites de la empresa SpaceX, cuyo objetivo es ofrecer servicios de telecomunicaciones de alta velocidad a todo el planeta. Los satélites fueron desplegados sin contratiempos en una órbita a 440 kilómetros de altura, para luego usar su sistema de propulsión eléctrica y alcanzar su órbita final a 550 kilómetros. Desde entonces se han realizado otros cinco lanzamientos —el último el 18 de marzo de 2020— para sumar un total de 360 satélites en órbita.

Y es apenas el principio. Si en la actualidad hay unos 2 000 satélites activos, SpaceX quiere pulverizar esa marca... en apenas cinco años. Para 2024, Starlink estará formado por nada menos que 12 000 satélites, casi el doble de todos los que se han lanzado desde el comienzo de la era espacial en 1957 (unos 7 000). Un ambicioso proyecto que, sin embargo, también tiene sus detractores; entre ellos, la mayoría de los astrónomos, tanto profesionales como aficionados, debido al impacto que tendrá sobre el cielo nocturno la presencia de tantos satélites.

## Una propuesta a gran escala

Fundada en 2002 por el empresario Elon Musk, SpaceX ha conseguido revolucionar en los últimos años la industria de los lanzamientos espaciales gracias al desarrollo de cohetes reutilizables (*Falcon 1*, *Falcon 9* y *Falcon Heavy*). Esta idea, combinada con la producción propia de la mayoría de los materiales necesarios, ha permitido a SpaceX reducir costos drásticamente y firmar diversos contratos lucrativos con la NASA y el Departamento de Defensa de Estados Unidos.

Pero SpaceX sabe que el negocio en el sector aeroespacial no está en el mercado de lanzamientos, sino en la fabricación de satélites, y particularmente en la gestión y comercialización de sus servicios (comunicaciones, navegación, observación de la Tierra, etc.). Con esta idea en mente, SpaceX anunció en enero de 2015 la construcción de Starlink, una red de comunicaciones que aspira a satisfacer la demanda global de conexiones a internet. Hay que tener en cuenta que actualmente más de la mitad de la población mundial no tiene acceso a internet, una cuestión de difícil solución cuando se vive en regiones remotas o poco desarrolladas.



La idea no era nueva, aunque sí llamó la atención por la escala de la propuesta (algo que, por otro lado, tampoco debería sorprender a quien conozca a Musk, fundador también de PayPal y Tesla Motors). Según los ambiciosos planes de Musk, la constelación Starlink incluirá en una primera fase 1584 satélites en una órbita de 550 kilómetros de altura. Luego se añadirán 2825 satélites repartidos en diversas órbitas comprendidas

entre los 1 110 y 1 325 kilómetros de altura. La segunda fase comprenderá el lanzamiento de los restantes 7 518 satélites en una órbita de 340 kilómetros. De esta manera, Starlink constará finalmente de 11 927 satélites situados en órbita baja, como se llama a cualquier órbita entre los 200 y los 2 000 kilómetros de altura.

### A toda velocidad

El plan de SpaceX no solo se limita a dar acceso a internet a todo el planeta. También aspira a hacerlo con baja latencia. En telecomunicaciones, la latencia es el tiempo que tarda en enviarse un paquete —una unidad de información— dentro de la red, y es un factor clave en la velocidad de las conexiones a internet. En resumen, baja latencia equivale a transmisión rápida.

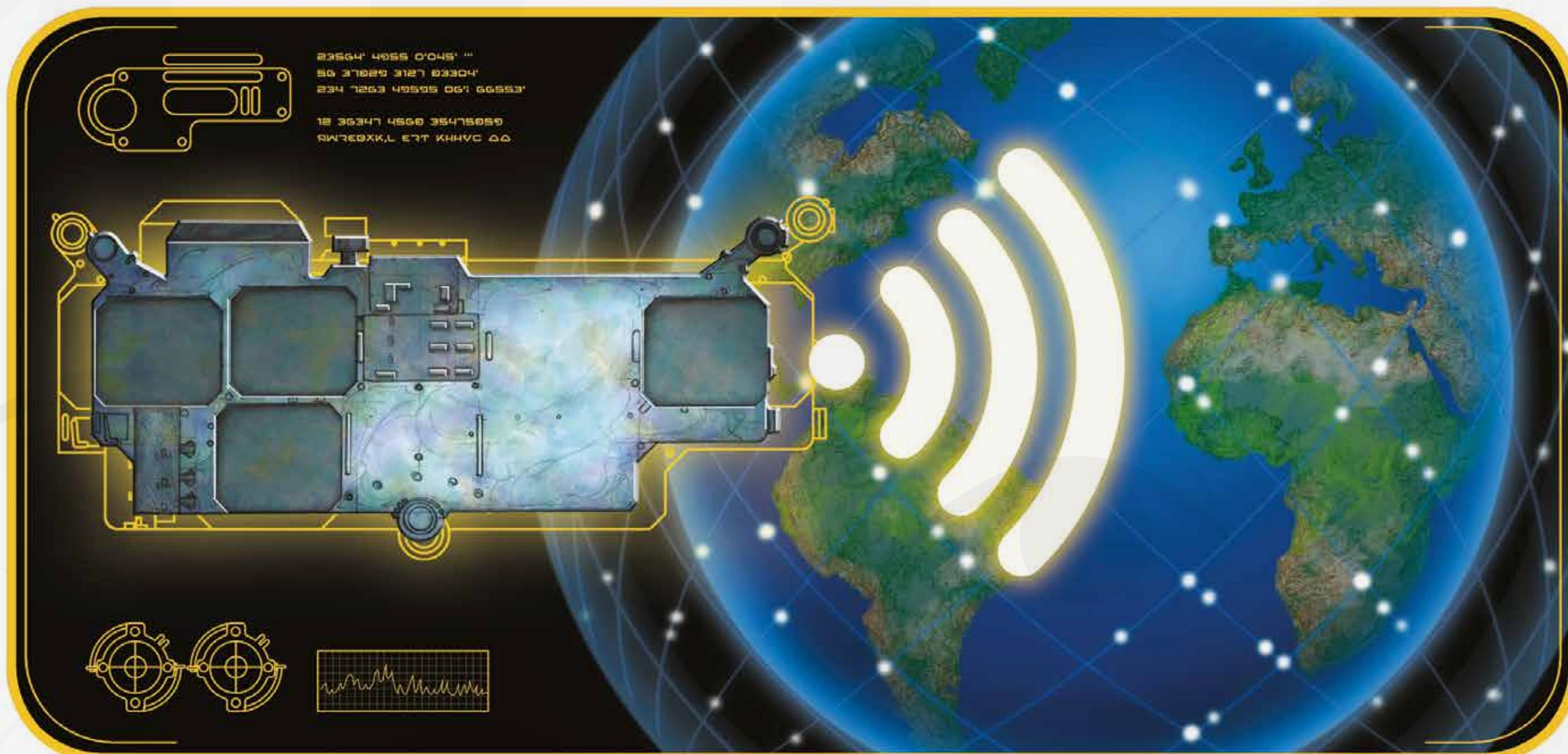
Para usar el sistema Starlink el usuario necesitaría una antena relativamente pequeña (del tamaño de una caja de pizza) que le proporcionaría SpaceX y que todavía no está a la venta. La antena enviaría información mediante ondas de radio al satélite más cercano. Una vez recibida, dicha información iría pasando de satélite en satélite por medio de láseres hasta llegar al satélite más cercano al destino, momento en que se enviaría de nuevo a tierra en forma de ondas de radio a la antena receptora. Cada satélite dispone de cuatro antenas de comunicaciones para recibir y enviar información a la superficie terrestre.

¿Cómo logra Starlink su baja latencia? La clave está en que la velocidad de la luz no es la misma en todos los materiales. En concreto, la luz viaja un

### Otras megaconstelaciones

SpaceX no está sola en el negocio de las megaconstelaciones de satélites de comunicaciones. La primera megaconstelación en ponerse en órbita fue OneWeb, que a finales de febrero de 2019 lanzó las primeras seis unidades de los 648 satélites previstos. Construidos por Airbus, todos estarán situados en una órbita final a 1 200 km de altura sobre la superficie terrestre.

A los satélites de Starlink y OneWeb habrá que sumar los 3 236 satélites de la futura constelación Kuiper de Amazon, los 4 600 de la constelación de Samsung, los casi 3 000 de Boeing, los 600 de la empresa india Astrome Technologies y los 800 de la empresa china Commsat Technology Development. Todo esto sin contar otros proyectos en vías de desarrollo, entre ellos varios chinos. En total, más de 22 000 nuevos satélites.



47 % más lentamente en la fibra óptica que en el vacío. Esta diferencia es lo que le permite a Starlink transmitir información en poco tiempo, pues la luz se mueve mucho más rápido en el vacío del espacio exterior que en los cables de fibra óptica. Por ejemplo, de Nueva York a Londres la latencia actual es de 76 microsegundos con fibra óptica. Con Starlink podría reducirse a 57 microsegundos. Y cuanto mayor sea la distancia a recorrer, más ventaja da Starlink con su comunicación láser entre satélites. En el caso de Nueva York y Londres, la distancia es relativamente corta, unos 5 600 km. Si la transmisión fuera entre Nueva York y Singapur, a más del doble de distancia, la latencia actual de 243 microsegundos podría quedar en la mitad con Starlink.

### Tecnología de vanguardia

De acuerdo con los planes de Starlink, los primeros 1 584 satélites se desplegarán en 24 planos orbitales de 66 satélites cada uno. Estos planos formarán una suerte de malla alrededor de nuestro planeta parecida a los meridianos y paralelos terrestres, pero manteniendo un cierto ángulo con estos. Eso implica que, para cubrir el trayecto Nueva York-Londres, el recorrido de los láseres nunca será exactamente una línea recta. Hay que tener en cuenta que los satélites estarán moviéndose cada uno en sus respectivos planos orbitales. Cuando la información llegue a un satélite, este debe ser capaz de encontrar el satélite vecino que minimice la trayectoria hasta el destino, además de tener luego la precisión para acertar con el láser al objetivo en movimiento. Por eso cada satélite contará con cinco láseres para comunicarse con otros tantos satélites vecinos. Los

# INTERNET DESDE EL ESPACIO

## STARLINK

Una megaconstelación de satélites para ofrecer conexiones a internet de banda ancha.

### SATÉLITES



**11 927\***

en la órbita baja

\*Con planes de aumentar a mínimo **30 000**

Dimensión:

3 m x 1.5 m x 13 cm aprox.



Peso: 227 kg

1 panel solar  
4 antenas  
5 láseres

### ÓRBITA BAJA

200 - 2000 km



### INTERNET

Banda: Ku/Ka, **10 - 30 GHz**

Capacidad global de internet: **10 %**



#### ¿Cómo funciona?

La antena del usuario envía información mediante ondas de radio al satélite más cercano; esta información pasa de satélite en satélite por medio de láseres hasta llegar al satélite más cercano al objetivo, de allí se envía a la antena destino en forma de ondas de radio.

Los primeros

#### 1 584 satélites

de Starlink se desplegarán en 24 planos orbitales de 66 satélites cada uno; estos planos forman una suerte de malla alrededor de la Tierra.



### Proyectos futuros

Empresa	Satélites
OneWeb (Airbus)*	642
Kuiper (Amazon)	3 236
Samsung	4 600
Boeing	~3 000
Spacenet (Astrome)	600
Commsat Technology Development	800
Total**	22 000

\*Se declaró en quiebra el 27 de marzo pasado.

\*\*Incluye otros proyectos en vías de desarrollo.

### Basura espacial

Una cuestión delicada es lo que pasará con los satélites al final de su vida útil. SpaceX garantiza que el 95 % del satélite se destruirá durante el reingreso a la atmósfera (aunque de momento no se sabe cómo lo hará). Solo sobrevivirá la estructura interna del propulsor iónico y algunos componentes esenciales para la operación de los láseres, que tienen por ello un elevado punto de fusión de 2 750 °C. Con miles de satélites sobre nuestras cabezas, la probabilidad de que te caiga encima un fragmento sigue siendo muy baja, pero el riesgo ya no es totalmente despreciable.



## ¡Colisión!

El 2 de septiembre de 2019, el sistema de monitoreo de la Agencia Espacial Europea (ESA) advirtió de una posible colisión del satélite Aeolus con un satélite de Starlink. A pesar de ser informada de la situación, SpaceX no llegó a contestar, lo que fue interpretado por la ESA como una negativa a mover su satélite. En consecuencia, la ESA no tuvo más remedio que elevar unos 300 metros la órbita del Aeolus.

Según la empresa de Musk, un error informático impidió que los controladores de Starlink se comunicaran con la ESA de la forma habitual: mediante correo electrónico. SpaceX ha declarado que tomará medidas para que este asunto no se vuelva a repetir y recordó que los satélites de Starlink pueden efectuar maniobras automáticas si detectan un posible riesgo de colisión (a la fecha se han realizado 16 maniobras de este tipo).

El problema de fondo es la falta de legislación internacional sobre los satélites en órbita baja. Hasta ahora este tipo de situaciones se habían resuelto con buena voluntad, pero a medida que aumente el número de satélites, es probable que sean más frecuentes.

satélites incorporarán también un sistema de navegación, llamado Star-tracker, que permitirá saber con precisión la posición de cada uno.

Cada elemento de Starlink pesa entre 230 y 260 kg, y cuenta con un único panel solar, lo que simplifica notablemente el diseño. Disponen también de un sistema de propulsión propio de motores iónicos para alcanzar su órbita final. Estos motores consumen muy poco combustible y producen un impulso muy suave, suficiente para una sonda ligera que se mueve sin fricción en el espacio exterior. La novedad es que el sistema Starlink usará kriptón como combustible en lugar de xenón, otro gas noble más pesado (y por lo tanto más eficiente como propulsor), pero también más caro. Además de alcanzar su órbita y realizar pequeñas maniobras, cada satélite utilizará su sistema de propulsión para reinsertarse en la atmósfera terrestre al final de su vida útil.

El ancho de banda es la cantidad de datos que puede transmitir un satélite por segundo. Si el objetivo de SpaceX es conectar a internet a todas



Lo que preocupa a los astrónomos profesionales y aficionados es ¿cuántos satélites serán visibles en el cielo y cuánto brillarán?

las personas del planeta, se requiere de un mínimo ancho de banda. Cada satélite de Starlink tendrá un ancho de banda de 1 terabit por segundo (es decir, un millón de megabits por segundo, Mbs). Dado que la velocidad promedio global es de unos 10 Mbs, eso implica que cada satélite podría dar servicio al menos a 100 000 usuarios en buenas condiciones. Se habla de banda ancha cuando la red tiene una elevada capacidad de transmitir información en un instante dado, como sería el caso de Starlink.

### No es oro todo lo que reluce

Con todas sus luces el proyecto Starlink también tiene algunas sombras, relacionadas con el impacto sobre la astronomía. La pregunta que preocupa a profesionales y aficionados es: ¿cuántos satélites serán visibles en el cielo y cuánto brillarán? Difícil de responder, pero las primeras estimaciones arrojan datos inquietantes.

Con respecto al brillo, observadores de todo el mundo han informado que la magnitud de los satélites de Starlink en órbita se sitúa entre 4 y 5 (la magnitud es una medida del brillo aparente de los objetos celestes, con la particularidad de que a menor magnitud corresponde más brillo). Esto significa que se pueden ver a simple vista en lugares de poca contaminación lumínica, pero que solo se ven con prismáticos en la mayoría de las ciudades. Sin embargo, algunas unidades han alcanzado magnitud 2, un brillo mucho más elevado del esperado, con algunos picos de magnitud cero. Esto los hace visibles a simple vista desde cualquier lugar, aunque solo durante un instante. El problema se agudizará con los satélites situados a más de 1000



La propuesta de Starlink para un internet rápido es atractiva, pero ¿estamos dispuestos a perder el cielo nocturno para la astronomía?

por el Sol más tiempo y serán visibles desde un área mayor de la superficie terrestre.

En cuanto a la cantidad de satélites visibles, la Unión Astronómica Internacional (UAI) ha realizado recientemente un estudio con la colaboración de diversos grupos de investigadores internacionales. Considerando 25 000 satélites en órbita, la UAI calcula que podremos ver en todo momento un mínimo de 1500 satélites, aunque la mayoría estarán cerca del horizonte. De estos, nos interesan los satélites visibles de noche y que se encuentren por encima de los 30 ° sobre el horizonte, que son los que podrían interferir directamente con las observaciones astronómicas. Según los cálculos de la UAI, de estos habría 160 unidades, un número que dependerá también de la estación y la latitud del lugar de observación. Teniendo en cuenta que el brillo de estos nuevos satélites es mucho mayor que el de la inmensa mayoría de los satélites actuales, el impacto de Starlink no es nada despreciable.

kilómetros, pues, aunque serán algo menos brillantes, permanecerán iluminados

### El precio del progreso

La primera víctima de las megaconstelaciones será la fotografía astronómica. Hoy en día, no hay muchas probabilidades de que un satélite atraviese el campo de visión de un telescopio, pero con miles y miles de satélites surcando el cielo, será más difícil obtener imágenes limpias. Se verán especialmente afectadas las observaciones astronómicas de campo amplio —las

que abarcan una amplia sección del cielo nocturno y que suelen tener un tiempo de exposición más largo—. En general, la UAI calcula que hasta el 30 % de las imágenes de al menos 30 segundos de exposición que se tomen durante el ocaso o el amanecer sufrirán los efectos del paso de algún satélite. Una posible solución a este problema sería interrumpir la observación de forma automática cuando pase un satélite por el campo visual, aunque para eso se requieren tablas confiables del movimiento de todos los satélites. La UAI promete también estudiar el efecto de los satélites Starlink sobre la radioastronomía, otro asunto que preocupa a la comunidad de astrónomos.

Uno de los últimos lanzamientos de SpaceX incluía un satélite con un recubrimiento modificado para reducir su brillo. Las observaciones terrestres son esperanzadoras, pues el brillo del DarkSat —como se le ha apodado— resulta ser un 55 % más débil que el de sus hermanos.

Dejando de lado este problema, la propuesta de Starlink resulta atractiva. Su baja latencia será muy apreciada en el sector financiero. Las empresas estarían dispuestas a lo que fuera por ser las primeras en recibir la fluctuación de los valores de la bolsa al otro lado del Atlántico, por ejemplo. La baja latencia también es fundamental en los juegos *online* que congregan a millones de usuarios. Musk espera que la constelación empiece a operar en algunas zonas de Estados Unidos este mismo año.

Todavía estamos a tiempo de abrir un debate serio sobre esta cuestión, con miras a implantar leyes internacionales que normen las constelaciones de satélites. ¿Estamos dispuestos a perder el cielo nocturno para la astronomía? ¿O solo se trata de un paso más en la evolución tecnológica de una civilización como la nuestra? Si ese es el precio que hay que pagar, quizá sea demasiado caro. ☽

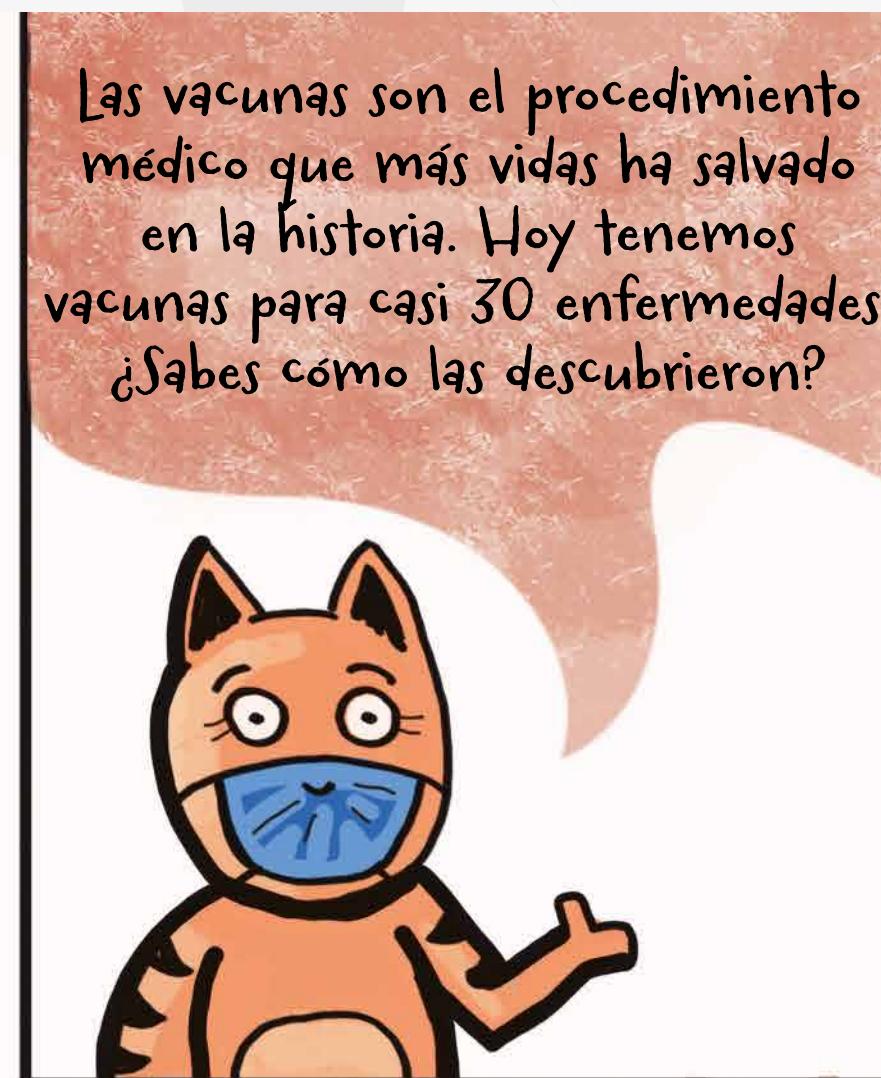


- *Los satélites Starlink se “atravesaron” durante la grabación de la rara lluvia de meteoros “unicornio”, UNAMGlobal, <http://www.unamglobal.unam.mx/?p=77733>*
- *¿Dónde están los satélites Starlink ahora mismo?, Find Starlink: [www.findstarlink.com](http://www.findstarlink.com)*



**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>

Por Beatriz Gutiérrez



En 1796 Jenner le hizo unos raspones en el brazo a un niño de ocho años y le untó pus de una lechera infectada de viruela bovina. Así halló una forma controlada para inmunizar contra la viruela. Habría nacido la vacuna.



Una vacuna es una preparación que contiene microorganismos atenuados o inactivos. Sirve para prevenir y tratar enfermedades infecciosas.



El sistema inmunitario fabrica anticuerpos contra el microorganismo invasor, que por estar desactivado no ataca a las células. Es como un entrenamiento de las defensas del cuerpo sin la enfermedad.

El sistema inmunitario despliega mecanismos de defensa como los macrófagos y los linfocitos.

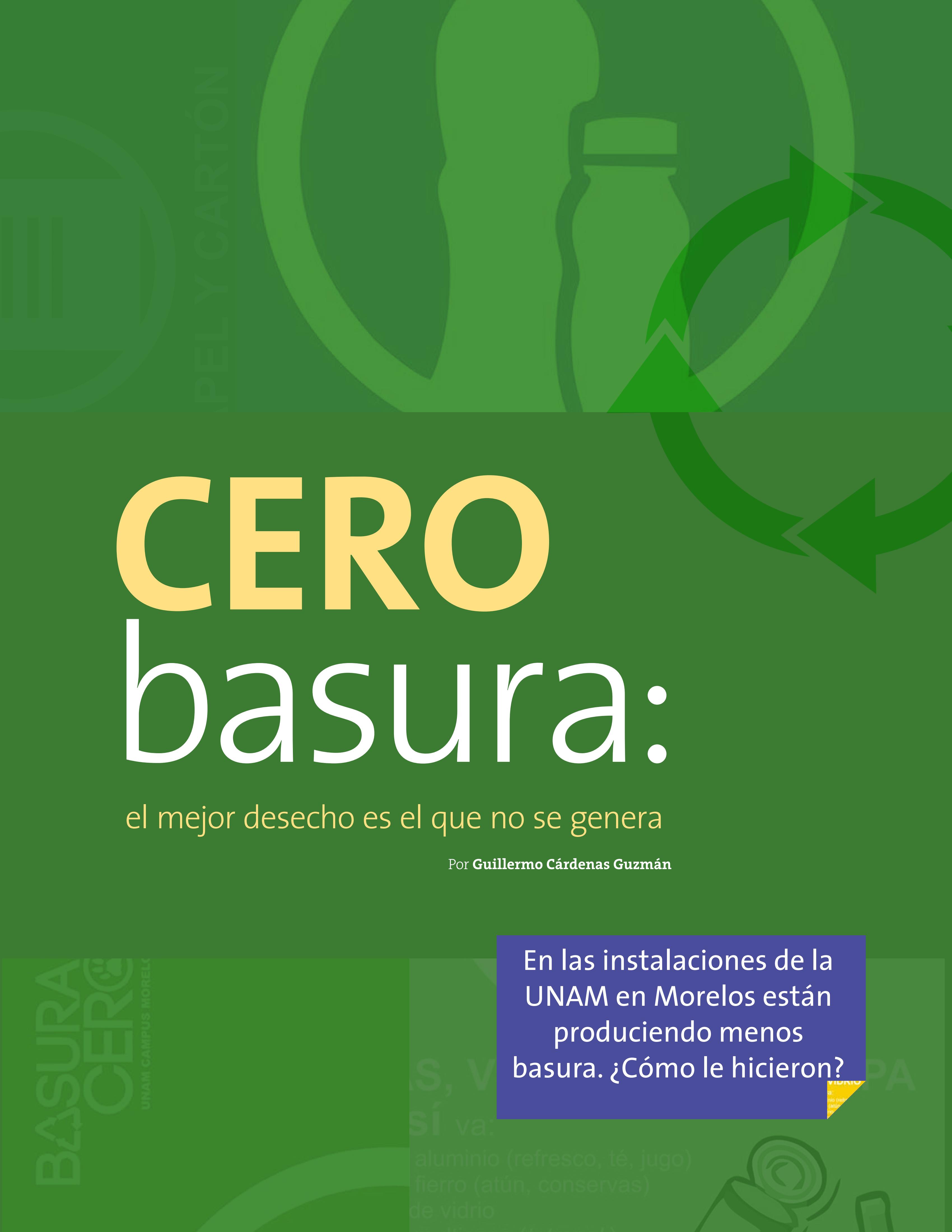


El organismo guarda memoria del enemigo. Cualquier invasión futura está perdida.



Hay vacunas para numerosas enfermedades como influenza, hepatitis, sarampión...





# CERO basura:

el mejor desecho es el que no se genera

Por Guillermo Cárdenas Guzmán

En las instalaciones de la UNAM en Morelos están produciendo menos basura. ¿Cómo le hicieron?

**E**n México generamos alrededor de 42 toneladas de residuos sólidos cada año. Es como llenar de basura 175 veces el volumen de la pirámide del Sol de Teotihuacán —o 231 Estadios Aztecas—. Cada habitante del país contribuye a esta avalancha con su montoncito de poco más de un kilogramo de desechos al día. La familia promedio genera aproximadamente un metro cúbico de basura al mes, el equivalente en volumen a un tinaco de 1 000 litros de papel, cartón, vidrio, metales, plásticos, materia orgánica y residuos sanitarios, principalmente.

Según el Banco Mundial, en países de bajos ingresos poco menos del 10 % de estos desechos se recicla y alrededor del 80 % queda confinado en algún relleno sanitario. Los gobiernos municipales se ven obligados a dedicar entre 25 y 50 % de su presupuesto a la gestión de la basura para evitar los problemas ambientales y de salud que propicia su acumulación (véase ¿Cómo ves? Núm. 242). En contraste, en algunos países europeos como Suecia, Dinamarca, Alemania, Holanda y Bélgica el porcentaje de desechos sólidos que termina confinado en rellenos sanitarios no rebasa el 5 %. Para cambiar nuestra situación, hay que considerar que esos desechos son recursos aprovechables que se convierten en desperdicios cuando los echamos todos mezclados en un bote de basura.

### Manejo integral

Por estas razones, en México numerosas empresas e instituciones han emprendido iniciativas y programas que buscan conservar recursos que no son inagotables y llevar el mantra moderno de las tres R —reducir, reusar y reciclar— a todas las industrias, hogares y oficinas. La UNAM, en su calidad de institución educativa difusora del conoci-

Hay **islas** de separación de basura en sitios estratégicos.



Foto: basuracero.unam

miento científico, la tecnología y la cultura, no podía quedarse al margen de estas acciones.

Un grupo de académicos del Centro Regional de Estudios Multidisciplinarios (CRIM), con sede en Cuernavaca, Morelos, puso en marcha un programa para reducir los desechos sólidos. Se trata del Programa Manejo Integral de Residuos Sólidos Universitarios con Enfoque Basura Cero (MIRSUBO), al que se han adherido la Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas, los institutos de Biotecnología y Energías Renovables, el Centro de Ciencias Genómicas y la Coordinación de Servicios Administrativos (todas las entidades del campus Morelos excepto el Instituto de Ciencias Físicas).

“El programa que estamos implantando en Morelos es el mismo que existe en Ciudad Universitaria en la Ciudad de México (separación de residuos), pero tuvimos que adecuarlo a las peculiaridades de esta región”, señala la investigadora Nancy Merary Jiménez Martínez, experta en estudios de las relaciones entre universidad y sustentabilidad del CRIM. Este programa, que arrancó en 2016, consta de cuatro fases. La primera es la separación obligatoria de residuos, que se logró tras eliminar los cestos de basura de los salones de clases, oficinas y auditorios. En vez de basureros, se instalaron islas de separación internas y externas en sitios estratégicos que los usuarios pueden identificar por medio de un esquema de colores. En los botes verdes deben ponerse los residuos orgánicos compostables; en los azules las botellas de plástico y bolsas elásticas; en los de color café el papel y cartón; en los amarillos las latas, el vidrio y los envases multicapa (tetrapak), y en los de color gris todos los residuos que no pertenecen a las otras categorías.

Una vez concentrados en las islas, los desechos son recolectados en forma selectiva por trabajadores de las dependencias universitarias que participan en el programa. Estos residuos incluyen tanto los desperdicios de comida como los remanentes de jardinería que se acumulan tras las podas en todas las áreas verdes. Los residuos recolectados se envían temporalmente a centros de acopio, de donde finalmente se transfieren, con ayuda de diversas entidades fuera de la UNAM, a las empresas recicladoras para su disposición final.



**Cambia**  
los platos  
y envases de  
unicel por otros  
biodegradables.

## Cambiar hábitos

Según relata Jiménez Martínez, esto significó una batalla cotidiana por modificar hábitos muy arraigados en la comunidad universitaria morelense, además del desarrollo de infraestructura apropiada (como una planta de composteo dentro del campus) y una logística especial para mantener la separación de los residuos.

Estas acciones incluyeron la sustitución de platos y envases de unicel por otros biodegradables fabricados con materias orgánicas como bagazo de caña, hueso de aguacate o almidones de maíz. También en algunos casos los laboratorios de investigación solicitaron a los proveedores de equipos cambiar los materiales de embalaje como el cartón. Poco después, los promotores del programa enfocaron sus esfuerzos en inducir a la comunidad a no emplear productos que se usan sólo una vez. Nancy Merary recuerda que, por ejemplo, en las conferencias y eventos académicos se les regalaban bebidas a los asistentes con la condición de que llevaran sus propios recipientes.

Concluido el acopio a nivel local, los desechos se envían a una planta municipal localizada en Cuernavaca, en donde se usan para hacer composta a gran escala. El campus Morelos de la UNAM tiene un convenio con una asociación civil llamada Nosotros Reciclamos, que se encarga de recoger periódicamente y trasladar residuos que tengan valor en el mercado local de esa entidad a compañías que los reutilizan como materia prima en sus procesos productivos.

Gracias a estas alianzas entre entidades externas y dependencias universitarias, los impulsores del Programa Basura Cero han podido dar salida a muchos materiales que difícilmente son aceptados en los mercados de reciclaje, como bolsas de polietileno, vidrio y pilas usadas, explica Jiménez Martínez. Desde el último cuatrimestre de 2016 hasta junio

de 2019 los centros de acopio recuperaron alrededor de 24 toneladas de residuos valorizables (que tienen un valor en el mercado). Los residuos orgánicos se usan al 100 % en composta.

Imágenes: Shutterstock

**Si traes tu  
recipiente  
se regalan  
bebidas.**



## Problemas interconectados

vestigadora del CRIM considera que, a pesar de que estos esfuerzos se han multiplicado en fechas recientes, el tra-

## Gestión integral

El Programa Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos del campus Morelos de la UNAM (MIRSUBO) incluye cuatro procesos: separación de los desechos desde su fuente original, recolección selectiva, acopio temporal y disposición final.

Si bien la cantidad total de desechos que se generan no ha disminuido —pasó de poco más de 88 kg por semana en 2015 a más de 92 por semana en 2019—, gracias a este programa, 68% de los residuos correctamente separados se han aprovechado de algún modo, cosa que antes no ocurría.



tamiento de residuos sólidos sigue estando muy relegado en la agenda pública en comparación con otros problemas que son igualmente importantes, como el cambio climático, el aumento en la demanda de alimentos y la contaminación del aire y del agua, que reciben mayor atención de los medios de comunicación y los gobiernos. “Con frecuencia no se piensa en términos de sistemas, y por eso estos temas se ven desarticulados cuando en realidad están interconectados”, afirma Nancy Merary.

Diversos documentos dan cuenta de esta interconexión, que es compleja, e incluso caótica: es decir, una pequeña variación en las condiciones puede detonar cambios grandes e inesperados (véase ¿Cómo ves? Núm. 22). Por ejemplo, un estudio del Instituto Potsdam para la Investigación sobre Cambio Climático indica que reducir el desperdicio de alimentos



## Problema que crece

La urbanización y el crecimiento de la población harán que aumente la cantidad de desechos en el planeta. Según un informe del Banco Mundial publicado en 2018, la cifra aumentará de los 2 000 millones de toneladas registradas en 2016 a 3 400 millones de toneladas en 2050.

El 34 % de estos residuos se genera en los países de más altos ingresos. En América Latina, el que más desechos produce es México, con 1.16 kg por habitante al día. Le siguen Chile (1.15 kg), Argentina (1.14 kg), República Dominicana (1.08 kg) y Brasil (1.04 kg). El promedio mundial de generación de basura es de 0.74 kg por habitante. El subcontinente es donde menos se recicla: sólo el 4.5 % del total, mientras el promedio mundial planetario es de 13.5 %. Por estas razones, el Banco Mundial pide poner en marcha sistemas adecuados de gestión que promuevan el reuso, reciclaje y reaprovechamiento de los desechos valorizables.



podría ayudar a mitigar algunos efectos indeseables de este fenómeno. “Reducir el desperdicio de alimentos ayuda a combatir el hambre en el mundo, pero hasta cierto punto también contribuye a prevenir eventos climáticos extremos (sequías, inundaciones, huracanes más intensos, entre otros), así como aumentos en el nivel del mar”, escribió Ceren Hic, autor principal del estudio realizado en dicha institución alemana.

Prajal Pradhan, coautor de la investigación titulada "Sobreabasto de comida y su impacto climático", que fue difundida en la revista *Environmental Science and Technology* en 2016, apunta que en 2010 la agricultura contribuyó con 20 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero a escala global. Según las estimaciones, la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el desperdicio de alimentos podría dispararse desde su nivel actual de medio millón de toneladas hasta llegar a 2.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes en 2050. “Hasta 14 % de esas emisiones podrían evitarse fácilmente por medio de un mejor manejo y distribución de los alimentos. Cambiar nuestro comportamiento individual puede ser una de las claves para mitigar la crisis climática global”, señaló Pradhan en un boletín informativo de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia.



**5 medidas** para mitigar el **daño ambiental**.

## Predicar con el ejemplo

Pero no se trata sólo de exaltar la conciencia ecológica y convencer a la gente sobre el impacto positivo de estas acciones en el medio ambiente y en la economía. También es una obligación ciudadana que está expresada en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, aprobada por el Congreso mexicano en 2003. Dicha norma establece, entre muchas otras disposiciones, el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente sano, así como la necesidad de reducir los desechos, buscar los que puedan tener valor y reutilizarlos.

Al respecto Nancy Merary considera que el Programa Basura Cero, que surgió con la consigna de que “el mejor residuo es aquel que no se genera”, es un buen inicio para que la UNAM cumpla con la normatividad (como lo muestran los resultados ya mencionados), pero su meta es mucho más ambiciosa. “No sólo queremos separar adecuadamente los residuos, sino tratar de disminuirlos gradualmente hasta llegar a la meta de cero basura, sobre todo de desechos que no podemos reciclar como el unicel y ciertos tipos de plásticos”, dice Jiménez Martínez. Esta labor, que corre por distintos ejes que van desde la educación ambiental hasta la economía y la salud, será completada con distintas acciones paralelas. Por ejemplo, que la Universidad trate sólo con proveedores que incluyan materiales reciclables y que estén comprometidos con el cuidado del ambiente. “La UNAM tiene una gran fuerza para transformar a la sociedad. Debemos aprovechar este potencial para generar los cambios que lleven a fortalecer estas iniciativas y al mismo tiempo a los mercados”, concluye la experta del CRIM. ☺

i

- “Programa Manejo Integral de Residuos Sólidos Universitarios con enfoque Basura Cero” UNAM Campus Morelos: [www.morelos.unam.mx/basuracero/](http://www.morelos.unam.mx/basuracero/)
- Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Secretaría del Medio Ambiente-Cd. de México: [www.sedema.cdmx.gob.mx](http://www.sedema.cdmx.gob.mx)

### 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.



[www.comoves.unam.mx](http://www.comoves.unam.mx)

# ¡Es la leche!

La leche materna es un coctel de nutrientes —grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales— esenciales para el desarrollo de la cría, así como de elementos no nutريente como factores antimicrobianos, enzimas digestivas y agentes de protección para el sistema inmunitario. Cada especie produce la leche mejor adaptada a sus necesidades. Así, la leche de la foca de Islandia tiene cerca del doble de grasa que la leche humana (35 %) en tanto la del rinoceronte negro tiene apenas 0.2 %: la primera lo requiere para poder soportar el frío y porque el periodo de lactancia es de tan sólo cuatro días, mientras que un rinoceronte lacta durante un par de años.

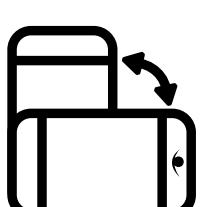
Un estudio comparativo de los genes para la producción de la leche en siete especies de mamíferos reveló que la leche de cada una también cambia según los requerimientos específicos del sistema inmunitario. Lo que sí comparten estas siete especies son varios genes para producir la leche. Así, es probable que dichos genes existían en su ancestro común, y este vivió hace unos 160 millones de años. No obstante la raíz evolutiva de la producción de leche podría ser más antigua, incluso antes de que existieran los mamíferos.

Los mamíferos no tienen el monopolio de la leche. Tampoco lo tienen las hembras. Algunas aves como las palomas, los flamencos y los pingüinos emperador producen una sustancia lechosa, llamada “leche de buche”, que secretan en la garganta, para las crías. También algunas muy contadas especies de insectos, anfibios y peces producen secreciones que no son propiamente “leche”, pero como dicen los españoles “¡es la leche!” para indicar que algo es extraordinario.

– I.M.

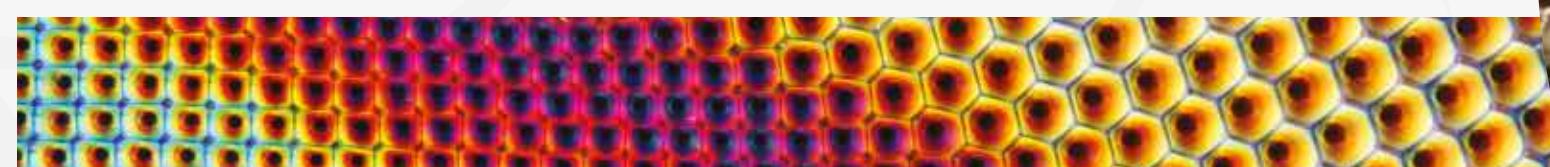


Fotos: Meunierd, Cait Eire, YesPhotographers, Ammit Jack, Xie Wenhui, MicrostockStudio/Shutterstock



Por Martín Bonfil Olivera

# Epidemias



La pandemia causada por el nuevo coronavirus, que afectó al planeta entero, nos revela algo que muchas veces olvidamos, ensimismados en el ajetreo de la vida diaria: las múltiples y profundas conexiones de las que depende nuestro mundo.

En primer lugar, conexiones biológicas. En la escuela nos hablan de ecosistemas y cadenas alimenticias, pero es difícil visualizar con ejemplos concretos la medida en que todos los seres vivos estamos relacionados unos con otros formando redes, y redes de redes. Y cómo estas, al ser alteradas o modificadas, llevan a resultados inesperados.

Es el caso del SARS-CoV-2, cuyo origen preciso sigue discutiéndose e investigándose al momento de escribir esto. Probablemente descienda de uno de los muchísimos coronavirus que habitan en poblaciones de murciélagos en Malasia. De estos, el virus parece haber pasado a los pangolines, no se sabe si en su lugar de origen o en el mercado de Wuhan, China, donde surgió el brote epidémico.

Lo que queda claro es que cuando el humano tiene contacto con animales silvestres, y sobre todo cuando junta a distintas especies en un mismo lugar —como un mercado— establece artificialmente nuevas conexiones que antes no existían en la naturaleza. Y al hacerlo facilita que los virus salten de una especie a otra y que surjan nuevas variedades que puedan infectar a la nuestra.

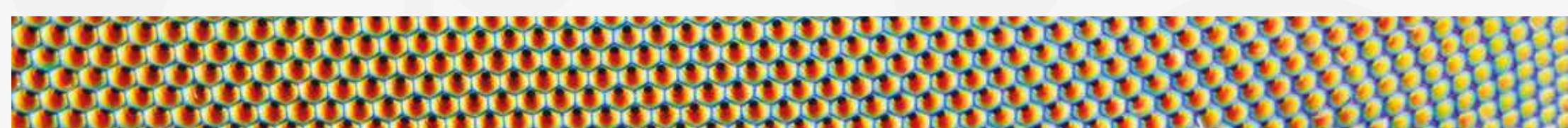
Lo mismo puede pasar en cualquier lugar. Al invadir los espacios naturales del planeta, entramos en contacto con especies normalmente ais-

ladas, y damos lugar a nuevos contagios. Habrá que estar preparados para ello.

Pero otras conexiones van más allá de lo biológico. Además de las redes de transporte que facilitaron la dispersión del virus por todo el mundo, vernos forzados a vivir en cuarentena durante semanas nos muestra que nuestra sociedad está también formada por conexiones múltiples, por redes de redes. El aislamiento, forzado o voluntario, y la suspensión de actividades en numerosos negocios y servicios nos hacen conscientes de cuánto dependemos de tiendas, supermercados, restaurantes y cafés; de quien nos vende el pan o una revista; de quien recoge la basura o quien opera una sala de cine. Todas esas cosas, que normalmente damos por sentadas, se vuelven increíblemente notorias en una contingencia como esta.

Y hay aun otras conexiones, de mayor escala, que nos afectan a todos. La caída de las bolsas y la crisis económica que inevitablemente se presenta cuando la mayoría de los países disminuyen al mínimo su actividad económica. Los planes de desarrollo de países enteros, que se ven pospuestos. La alteración en los calendarios de eventos deportivos y artísticos de alcance mundial, como las Olimpiadas o los principales festivales de música, de estrenos cinematográficos o de exposiciones de arte.

¿Quién pensaría que un virus submicroscópico pudiera alterar, en los hechos, todas las redes que conectan y hacen funcionar nuestras sociedades y nuestras vidas? Algo en qué pensar para cuando termine esta etapa. Sigámonos cuidando.





## ¡Rayos!

Cuando cursaba el tercer año de secundaria en San Miguel Xaltepec, Puebla, se inauguró un laboratorio para realizar experimentos. La verdad estaba emocionado pues era la primera vez que entraba a un espacio como ese. No sabía mucho de ciencias, me preguntaba de qué sirve un laboratorio y pensaba que ese lugar no era para mí. La primera clase que tuvimos fue de física y si mal no recuerdo fue sobre cómo se realizaba la descomposición en colores de la luz blanca. Para mí eso fue súper, era la primera vez que lo observaba, y al mirar a mis compañeros me decía: “¡rayos!, parecen científicos locos, como en las películas”.

Tiempo después me tocó exponer un proyecto relacionado con las tres leyes de Newton. Reconozco que, como otras ocasiones, no había estudiado de modo que estaba nervioso. Una de mis compañeras me apoyó y antes de presentarme me dio algunos consejos, incluso me dio una pulsera, según ella para la buena suerte, pero no la acepté porque creí en mí pese a no saber mucho acerca del tema, y pensé que no la necesitaba porque no soy supersticioso.

Cuando por fin llegó la hora de presentarme, aún muy nervioso, mi exposición fue exageradamente corta. Probablemente porque le caía bien a la maestra me saqué un gran 8. No es algo de lo que esté muy orgulloso, pero esa fue mi primera exposición en el laboratorio.

**David Edilberto Vázquez Zamora**

Bachillerato Salesiano Benavente  
Tehuacán, Puebla

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](mailto:comoves@dgdc.unam.mx)



Ganador del 1º Concurso "Aquí estamos" 2020.

#¿cómo<sup>s</sup>?digital

¿quiénes? |   
Por Anayansin Inzunza



# Atocha

## Aliseda Llera

### La lógica del descubrimiento científico

Atocha Aliseda Llera trabaja en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM, donde se especializa en lógica y en filosofía de la ciencia. Para ella la lógica, entendida de manera muy amplia, es un instrumento de la razón y ocupa un lugar privilegiado en la naturaleza de la creatividad y en la cognición humana en general.

Atocha se interesa en la lógica del descubrimiento científico y especialmente en la inferencia de explicaciones a partir de fenómenos sorprendentes. Este tipo de inferencias permite, entre otras cosas, hacer predicciones, lo que es muy importante en la ciencia. A ella le interesa entender cómo se formulan hipótesis y se construyen modelos, y le gustaría contribuir a que los profesionales de la salud aprovechen mejor las herramientas de explicación y también las probabilísticas. Estas herramientas han demostrado su utilidad en la pandemia de COVID-19.

Atocha ha recibido importantes reconocimientos nacionales e internacionales y ha publicado y compilado varios libros y artículos sobre lógica y filosofía de la ciencia. Actualmente trabaja en temas de causalidad y razonamiento clínico y coordina el Seminario de Epistemología de las Ciencias de la Salud del Instituto de Investigaciones Filosóficas.

#### **Estudió matemáticas en la Facultad de Ciencias de la UNAM, ¿por qué eligió esta carrera?**

En gran parte, gracias a los excelentes maestros que tuve desde mi formación básica hasta la media superior; me tocaron profesoras y profesores que me enseñaron a investigar, a trabajar en equipo, a hacer ejercicios, a descubrir demostraciones. Recuerdo particularmente al profesor Antonio López Quiles, excelente maestro, además de muy guapo (sonríe). Agradezco a todos mis profesores por habérmelas hecho tan divertidas. Las matemáticas enfrentan mitos, como creer que son para genios y que son inalcanzables, cuando lo que tienes que aprender son conceptos, pero sobre todo, se trata de entender un lenguaje abstracto. Las matemáticas son muy formativas, dan claridad y estructura mental, no conozco otra disciplina que ofrezca esto.

Al estudiar matemáticas descubrí la lógica formal y la lógica computacional. Tomé cursos de matemáticas abstractas e incursioné también en la historia y la filosofía de las matemáticas.

**En 1997 obtuvo el doctorado en filosofía y sistemas simbólicos en la Universidad de Stanford, Estados Unidos. ¿Qué significó estudiar particularmente allí?**

Por primera vez, quizás después de la primaria, me encontré en el ambiente perfecto para mí, donde podía investigar y reunir ideas de varias disciplinas. Fue maravilloso estudiar en el extranjero porque el entrenamiento que te dan las universidades de Estados Unidos, particularmente la de Stanford, es de una formación buena tanto desde el punto de vista científico como desde el punto de vista docente. Fue una gran oportunidad estudiar con investigadores pioneros en sus áreas, estar en contacto con investigación de primera mano, indispensable en un doctorado, pero además estar en un ambiente amplio donde te preparan también para ser profesor en todas estas áreas. Y ese es un tipo de formación que difícilmente existe en otras universidades.

**¿Qué es lo que más disfruta de ser docente?**

Cuando interactúas con los alumnos es muy padre ver cómo se sorprenden al aprender cosas nuevas. Además de la retroalimentación de los chicos, a través de sus preguntas, otra cosa que me gusta es que al preparar mi clase aprendo muchísimo porque para poder explicar un concepto nuevo, primero tienes que comprenderlo a profundidad.

En general hago una clase muy sistemática y planeada, con exposición teórica pero también con ejercicios. Uno va copiando o imitando los estilos para dar una clase de los buenos profesores que uno tuvo. Ese fue mi caso, ver lo que sí funciona para enseñar. Por ejemplo, para aprender lógica hay que hacer muchos ejercicios; es como una gimnasia mental. Pero para las clases más filosóficas me concentro más en cómo arman sus argumentos en los reportes de lectura. En mis clases trato sobre todo de trasmitirles la pasión por la materia.

**Se describe como una docente exigente pero al mismo tiempo muy cercana a sus estudiantes. ¿Qué inquietudes tienen ellos?**

El perfil de los estudiantes ha cambiado muchísimo en los últimos 20 años que tengo de docente. Antes predominaba el interés por aprender, pero no conectaban demasiado con el mundo real, y ahora veo que lo que les preocupa es si van a conseguir trabajo o cómo van a aplicar lo que están haciendo en otras áreas. En general, sus intereses académicos ya no son tan teóricos, sino más de aplicación.

**Otra de sus pasiones es la investigación...**

Sí, me siento muy afortunada de ser investigadora en la UNAM donde tenemos condiciones casi ideales para investigar, además de que podemos incorporar a los alumnos en nuestros proyectos. Me considero matemática de origen, lógica por entrenamiento, metodóloga de la ciencia por experiencia y filósofa pragmatista



Me considero matemática de origen, lógica por entrenamiento, metodóloga de la ciencia por experiencia y filósofa pragmatista de profesión.

de profesión. Mi investigación principal se ha centrado en las lógicas del descubrimiento científico en la filosofía de la ciencia. Mi interés ha estado enmarcado en los modelos formales del razonamiento explicativo y más recientemente en la aplicación de ese razonamiento en el diagnóstico médico.

**¿Cómo combina su trabajo en los posgrados de filosofía, de filosofía de la ciencia y de ingeniería y ciencias de la computación con la coordinación del Seminario de Epistemología de las Ciencias de la Salud?**

Mis días de trabajo se dividen en dos: aquellos en los cuales me encierro a leer y escribir y aquellos en los que trato con estudiantes y colegas en seminarios o comisiones. En ambos intercalo tiempo para caminar, practicar yoga y ver amigos.

**¿Por qué es importante hacer investigación autónoma y libre?**

Por investigación autónoma me refiero a aquella que promueven las universidades públicas autónomas que no responde a intereses externos, ya sea comerciales, políticos o incluso militares, sino académicos. Por investigación libre me refiero a aquella que permite una total libertad de indagar y reflexionar sobre un problema y que no se apega a tiempos y presiones enloquecidas para publicar. Hay un movimiento iniciado por la Academia de Ciencias de Berlín denominado Slow Science (ciencia reflexiva y pausada) que promueve justamente la libertad de investigación como aquí la describo, que no está ceñida a lo que ya prometiste que vas a producir porque en el camino te puedes encontrar con otras cosas distintas o más interesantes. La investigación actual en todas las áreas sufre mucha presión por producir resultados tangibles. Esto es terrible para la filosofía, pues los grandes sistemas filosóficos son marcos de ideas que van madurando con el tiempo y que no involucran a una sola persona. Es imposible producir ideas totalmente nuevas cada vez que uno escribe un texto filosófico.



Shutterstock

Por Karina E. Cervantes de la Cruz y Antígona Segura Peralta

Enclavado en el desierto de Chihuahua, el Valle de Allende fue escenario de un acontecimiento que puso la atención del mundo en este remoto lugar: cayó un meteorito que nos aportó información invaluable.

“A la una de la madrugada del 8 de febrero de 1969 de repente se iluminó todo el campo, como si fuera de día. Enseguida se escuchó un tronido como si un tren se estuviera descarrilando”. Esta es una de las anécdotas que recogió Gerardo Sánchez Rubio, vulcanólogo del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IGL-UNAM) y coautor del catálogo *Las meteoritas de México*, tras el acontecimiento. Ese mismo día el periódico *El correo de Parral* notificó el evento. Los periódicos de Estados Unidos, en especial los de Texas, Nuevo México y Arizona, anunciaron que un bólido de color azul-blanco con dirección suroeste a noreste había explotado sobre cielos del norte de México.

Era la época de la Guerra Fría entre Estados Unidos y la Unión Soviética; los dos países más poderosos del mundo competían en el plano económico, social, militar y científico. Las fuerzas armadas estadounidenses estaban atentas a cualquier suceso espacial o bélico que pudiera ser signo de una agresión soviética. Cuando algo explotaba cerca de sus fronteras, lo notaban. Inmediatamente después de que se vio el resplandor del bólido del Valle de Allende, el Centro de Fenómenos Breves de Estados Unidos

envió un avión de reconocimiento B-57 de la fuerza aérea para recolectar material en la atmósfera y comprobar si la explosión había sido un misil, o simplemente un asteroide desintegrándose al ingresar a la atmósfera. El B-57 recogió el polvo atmosférico residual y Michael Carr, investigador del Servicio Geológico de Estados Unidos, determinó que se trataba de material rocoso, no de productos de una explosión nuclear.

El 10 de febrero Elbert King, de la NASA, fue a investigar el terreno y regresó con 100 kilogramos de material: en Allende había caído un meteorito de dimensiones considerables.

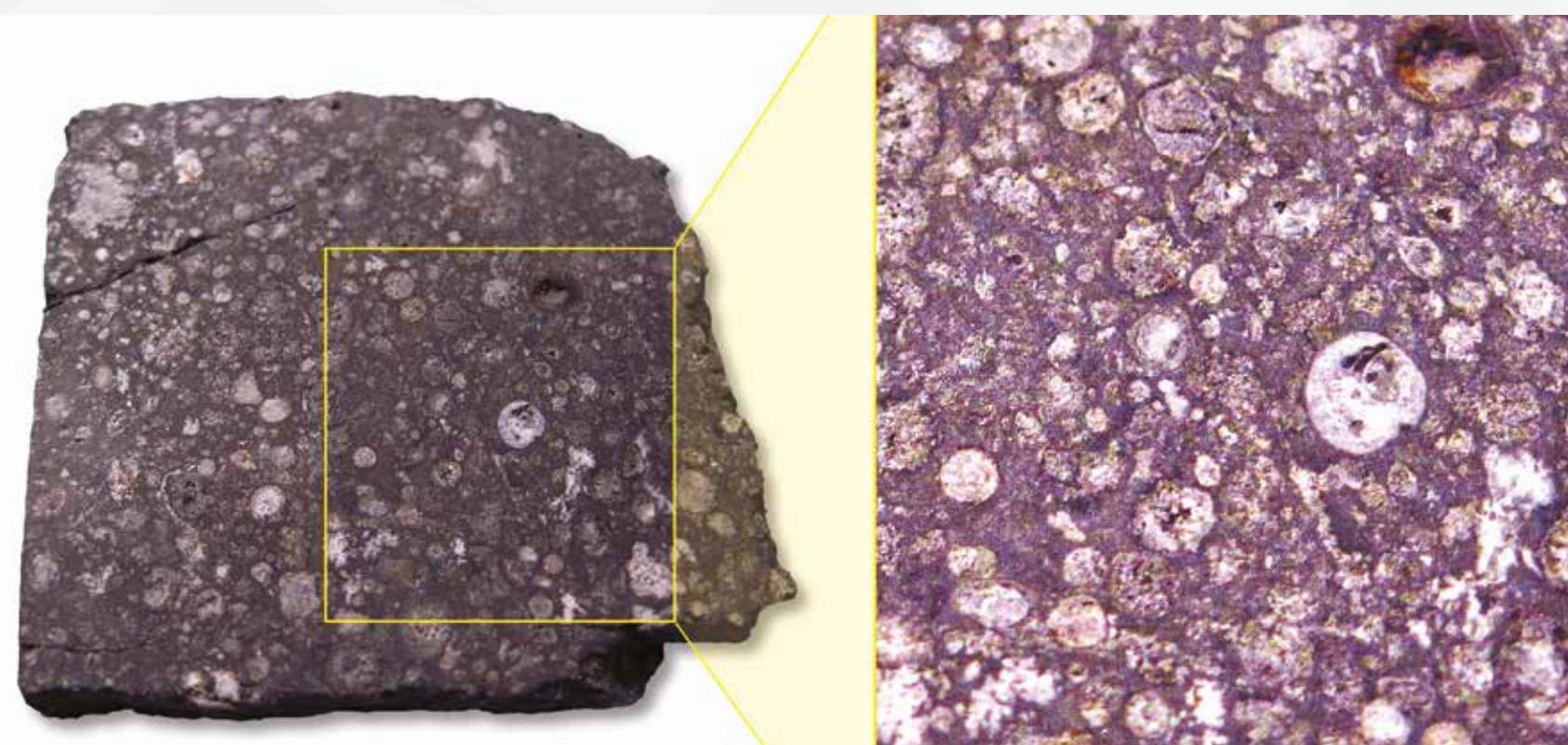
### Una roca para medirlas a todas

Roy Clarke y Brian Harold Mason trabajaban para el Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian, en Massachusetts, Estados Unidos. El 12 de febrero de 1969 se les encargó inspeccionar el área del impacto. Con el permiso del IGL-UNAM para investigar la caída y recolectar material, Clarke y Mason llegaron a Chihuahua. Allí, en la ventana de las oficinas de *El Correo de Parral*, vieron una roca de color gris oscuro con motas de color rosa, blanco y verde de formas que iban de irregulares a totalmente esféricas. Esas esferas se llaman cóndrulos, o condros, y le dan el nombre a



Foto: Jon Taylor

Fragmento del meteorito Allende.



El meteorito Allende es una roca gris oscuro con motas de colores de formas irregulares o totalmente esféricas, que se llaman cóndrulos o condros.

lidad por una costra delgadísima de color negro con brillo vítreo, formada por la fusión del material rocoso cuando venía surcando el cielo. Desde ese momento los investigadores no tuvieron duda: ese meteorito sería especial.

El Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian guarda colecciones

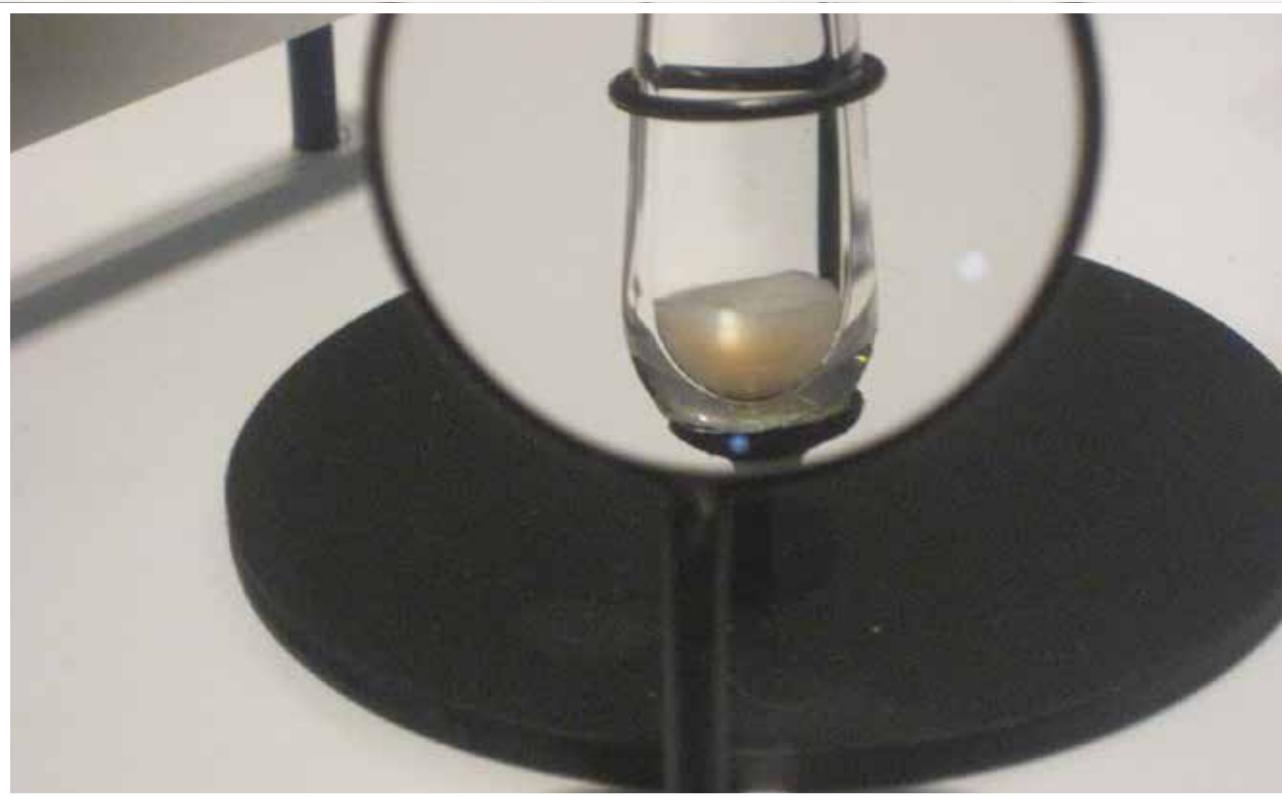
de rocas, minerales y meteoritos que se usan como referencia para calibrar instrumentos de análisis. Estos materiales de referencia se llaman estándares. Clark y Mason convirtieron la condrita de Allende en un estándar cuando volvieron a su museo. Para eso tomaron cuatro kilogramos de la roca, los hicieron polvo, los mezclaron bien y, para asegurarse de obtener una composición química precisa, distribuyeron muestras del material en laboratorios de 13 países. De esta manera 24 grupos de analistas encontraron en el meteorito 74 elementos químicos. El meteorito Allende fue el

### ¿Quieres ver el meteorito Allende?

En 1994 el investigador Fernando Ortega Gutiérrez era jefe de uno de los departamentos del Instituto de Geología. Un día lo llamaron de la dirección para decirle que la oficina de correos, que se estaba mudando, le había dejado un paquete: una caja con piedras que llevaba años guardada. El remitente era el Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian y la caja contenía alrededor de 80 kilogramos de material del meteorito Allende. No nos queda muy claro si posteriormente este material se repartió, pero hay muestras en el Instituto de Geología de la UNAM, en la Universidad Autónoma de Chihuahua y en el planetario Luis Enrique Erro del Instituto Politécnico Nacional.

También puedes ver fragmentos del meteorito en el Museo de Geología de la Alameda de Santa María la Ribera, en la Ciudad de México. En *Universum*, Museo de las Ciencias de la UNAM, hay un ejemplar escondidito detrás de las muestras de la Luna. Y en el Valle de Allende tienen el Museo Regional y Centro Cultural “Meteorito de Allende”, el sitio para recordar la llegada de este viajero espacial.





Diamante interestelar proveniente del meteorito Allende.

estándar de los laboratorios en los que se estudiaron las muestras traídas de la Luna por las misiones estadounidenses Apolo y la misión soviética Luna 16.

### Por poquito

Hasta 1970 se reportaron aproximadamente dos toneladas de fragmentos del meteorito esparcidos en un área de 300 kilómetros cuadrados. Debido a que muchas personas llegaron y se

llevaron material —unos para investigación, otros (la mayoría) para venderlo—, calculamos que en total se recogieron alrededor de cuatro toneladas.

En un reporte publicado en 1970, Clark y sus compañeros mencionan que un fragmento de 15 kilogramos cayó a cuatro metros de una casa del pueblito de Allende y otros se recogieron cerca de la oficina de correos. Por fortuna, el pueblo aún era pequeño y se libró de impactos directos, así como de la potencia destructiva de la onda de choque (que se genera cuando un objeto viaja más rápido que el sonido en el aire), a diferencia de lo que pasó en 2013 en Cheliábinsk, Rusia. La onda de choque del asteroide de Cheliábinsk rompió vidrios, derribó bardas y puertas y causó heridas a cerca de 2 000 personas (véase ¿Cómo ves? No. 195).

### Ensalada mineral

Los condros y otros componentes del meteorito Allende están inmersos en una matriz de minerales que incluye “granos presolares”, es decir, partículas de polvo de la nube a partir de la cual se formó el Sistema Solar. Entre ellos se encuentran diamantes, pero no hay que emocionarse: son nanodiamantes de unos cuantos millonésimos de milímetro. Los granos presolares también pueden incluir estructuras de unas decenas de átomos de carbono, llamadas fulerenos y fuleranos.

Embebidas en la matriz hay unas estructuras con formas irregulares llamadas inclusiones de calcio y aluminio (ICA), que eran poco conocidas antes de estudiarse el meteorito Allende. Las ICA se formaron poco después de la contracción, o colapso, de la nube de polvo que dio origen al Sistema Solar. Tienen antigüedades de unos 4 568 millones de años.

Lo que el meteorito Allende nos mostraba era una ensalada de componentes, unos formados a temperaturas suficientes como para fundir rocas, otros a temperaturas suficientemente bajas para no destruir materiales orgánicos. Algunos materiales eran más antiguos que la Tierra, pero menos que el Sol. Otros resultaron más antiguos incluso que nuestra estrella. ¿Cómo era posible que todos estos componentes estuvieran reunidos en un solo objeto? ¿Qué mecanismo lo formó, allá en los albores del Sistema Solar?

### La combinación insólita

En 1969 nuestra idea de la formación del Sistema Solar y otros sistemas estelares era que todo empezaba en una nube de polvo y gas. Una parte de esta nube podría tener suficiente masa para que su gravedad superara la presión del gas y esa región de la nube se contrajera sobre sí misma, dando lugar a una estructura en forma de disco en rotación. En el centro de este disco estaba la estrella en formación, a la que llamamos protoestrella. El conjunto de disco y protoestrella era lo que se conocía como un objeto tipo T-Tauri. Estos objetos, observados por primera vez en 1945, tenían la particularidad de que emitían luz visible como cualquier estrella, pero en la región del infrarrojo emitían mucho más abundantemente (los rayos infrarrojos son radiación electromagnética como la luz, pero de longitudes de onda más largas). Se sospechaba que eran estrellas en formación porque se encontraban siempre dentro de unas acumulaciones de polvo y gas llamadas nubes moleculares. Las nubes moleculares se forman a partir del material que dejan las estrellas en sus últimas fases de formación. Este material se recicla, formando nuevas estrellas. El exceso de emisión en el infrarrojo se debía al polvo del disco protoestelar.

Estas ideas se complementaban con la información que aportaban los meteoritos tipo condrita como el Allende, información sobre las condiciones en las que se había formado el Sistema Solar. Algunos componentes del meteorito provenían de la llamada nebulosa solar, que sería la re-

Imagen: Smith & Terile (1984)



La primera imagen de un disco protoplanetario.

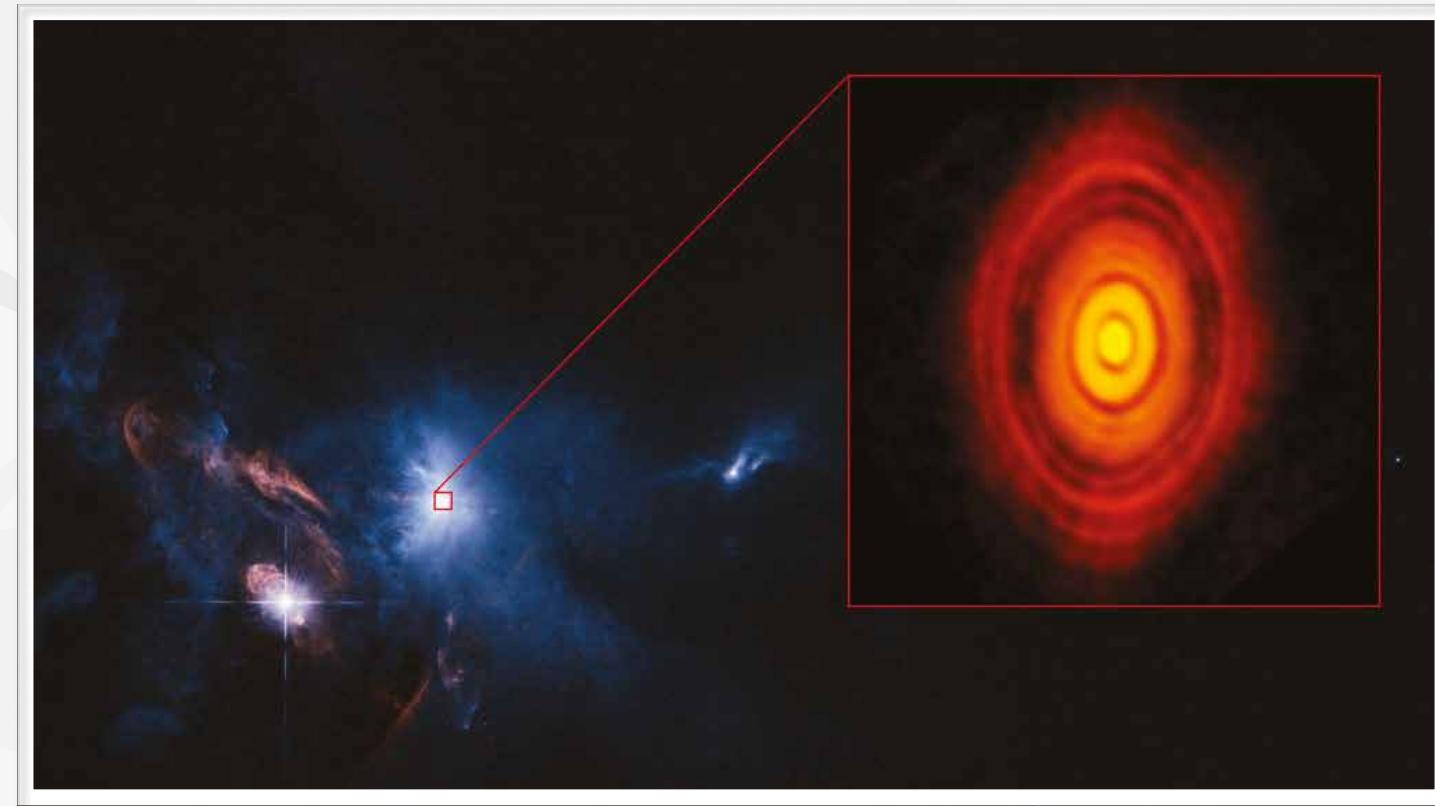
gión de nube molecular de la cual surgió la familia del Sol. Otros componentes se habían originado a partir de procesos que modificaron el material de la nube, y que dan pistas de las condiciones de colapso de la nebulosa y del inicio de la formación de los cuerpos del Sistema Solar.

Así, las observaciones astronómicas de objetos T-Tauri y la información aportada por los meteoritos se integraban en una serie de hipótesis sobre la formación de la familia del Sol. Los componentes de los meteoritos de tipo condrita eran el resultado del colapso que forma el disco y de otros procesos dentro de este. El polvo de la nube molecular pasaba de sólido a gas (es decir, se sublimaba) al precipitarse hacia el disco y la protoestrella, y luego se enfriaba y se solidificaba otra vez, lo que daba origen a las ICA, que se consideran los primeros sólidos del Sistema Solar. En las regiones del disco más apartadas de la protoestrella, otros materiales como agua, metano, amoniaco y bióxido de carbono formaban hielos.

De esta manera el material del disco contenía componentes procesados a altas temperaturas y otros que sufrieron pocos o ningún cambio desde su origen en la nube molecular. Estos últimos formarían parte de la matriz del meteorito Allende. El material orgánico que este contiene (no relacionado con procesos biológicos) podría venir de la nube molecular, o ser parte de procesos químicos en el disco protoplanetario. En general, había explicaciones para la mayoría de los componentes del Allende y otros meteoritos similares. Quedaba por explicar cómo se mezclaron en un solo objeto componentes tan apartados, cómo se forman los condros y de dónde viene exactamente el material orgánico.

### Mezcle todo y sirva

En 1984 se observó por primera vez la estructura de un disco protoplanetario alrededor de una estrella llamada beta Pictoris, confirmando las predicciones teóricas. Hoy en día conocemos más de 200 de estos discos observados con diversos instrumentos. En las primeras observaciones solo podíamos ver un bloque homogéneo. No se distinguía la estructura del disco, ni cómo varían sus propiedades con la distancia al centro. La



El disco protoplanetario que rodea la estrella HL Tauri visto por el observatorio ALMA.

Imagen: Smith & Terrile (1984)

única guía era la teoría, y esta decía que los discos protoplanetarios llevan material de las orillas al centro, donde está la protoestrella. Este proceso explicaría la mezcla de componentes en los meteoritos como el Allende si no fuera porque algunos de los compuestos que se conservan en el polvo cuando está lejos de la estrella se alterarían con la temperatura al acercarse. Quizá el material se mezclaba por alejarse de la estrella, lo que podría ocurrir si entraba en zonas de turbulencia o inestabilidades. Pero la teoría decía que estos discos no pueden tener turbulencias ni inestabilidades.

El observatorio ALMA es un conjunto de radiotelescopios que se encuentra en el desierto de Atacama, Chile. Este instrumento capta radiación de ondas milimétricas y está conformado por 66 antenas similares a las que se usan para la televisión satelital. Con el ALMA podemos ver detalles de los discos protoplanetarios, como la estructura dentro de los discos. Esta estructura solo puede ser resultado de esas inestabilidades y turbulencias que se suponía que no existían. Con modelos computacionales más detallados que incluyen las características del polvo y del gas de los discos, se ha logrado reproducir las estructuras que nos indican que sí es posible el mezclado que da lugar a objetos como el Allende.

### **Condros: lo que nadie predijo**

Los condros son literalmente gotas congeladas de silicatos. Los silicatos son compuestos de silicio, oxígeno y otros elementos como hierro y magnesio, y conforman el 67 % de la masa de nuestro planeta. Las rocas están hechas de silicatos, igual que el polvo interestelar. A finales de los años 70 se acumularon evidencias de que la nubes moleculares, además de gas, contenían polvo hecho de silicatos, carbono y hielos. Así pues, era lógico pensar que este polvo pasó a ser parte del disco del que se formó el Sistema Solar, aunque también hay evidencias de que sufrió cambios durante el colapso de la nube molecular que dio origen al Sol y posteriormente durante la formación de los planetas. Así, la fuente del material del que están hechos los condros está muy clara.

El problema es el proceso que les dio origen. Para formar condros hay que elevar la temperatura a más de 1200 °C. Podría pensarse que cerca de la protoestrella sería posible llegar a estas temperaturas, pero si así fuera, los condros no tendrían elementos como el sodio, el potasio y el azufre, que a temperaturas superiores a los 700 °C se convierten en gas y por lo tanto se escaparían del silicato fundido. Los procesos que formaron los condros

debieron ser muy rápidos, y nada en nuestra teoría inicial de la formación de sistemas planetarios explicaba esos acontecimientos. Además, este proceso debió suceder solamente durante los primeros tres millones de años después de la formación del disco. Hasta la fecha, tenemos más de 10 posibles caminos para la formación de condros. Ninguno explica todas las características observadas. Las posibilidades van desde choques entre las rocas que luego dieron origen a los planetas, hasta mecanismos de los que aún no tenemos evidencia, pero que serían posibles: descargas eléctricas y ondas de choque.

Nosotras formamos parte de un grupo de investigación del Instituto de Ciencias Nucleares y la Facultad de Ciencias de la UNAM que desarrolló un dispositivo experimental para estudiar el proceso de formación de condros usando un láser. Con el láser fundimos materiales parecidos a los que dieron origen a estas estructuras. El dispositivo se llama Citlalmítl (“meteorito” en náhuatl) y nos permite simular diferentes condiciones de calentamiento para comparar los resultados con los distintos modelos teóricos de formación de condros y así determinar cuál es el bueno. El grupo está compuesto por investigadores y estudiantes y llevamos seis años trabajando en el desarrollo del Citlalmítl. Muy pronto contribuiremos a resolver el misterio del origen de los condros. ☺

TRABAJO REALIZADO GRACIAS AL PROGRAMA UNAM-PAPIIT-IN117619.



- Sánchez Rubio, Gerardo, Raúl Rubinovich-Kogan, Rufino Lozano-Santa Cruz, Soledad Medina-Malagón, y Daniel Flores Gutiérrez, *Las meteoritas de México*, Instituto de Geología, Instituto de Geofísica, Instituto de Astronomía, UNAM, Cd. de México, 2001.
- Tafoya Martínez, Daniel, “El paso de un meteoro luminoso por el cielo mexicano”, *Instituto de Radioastronomía y Astrofísica*, UNAM: [www.astrosmo.unam.mx](http://www.astrosmo.unam.mx)



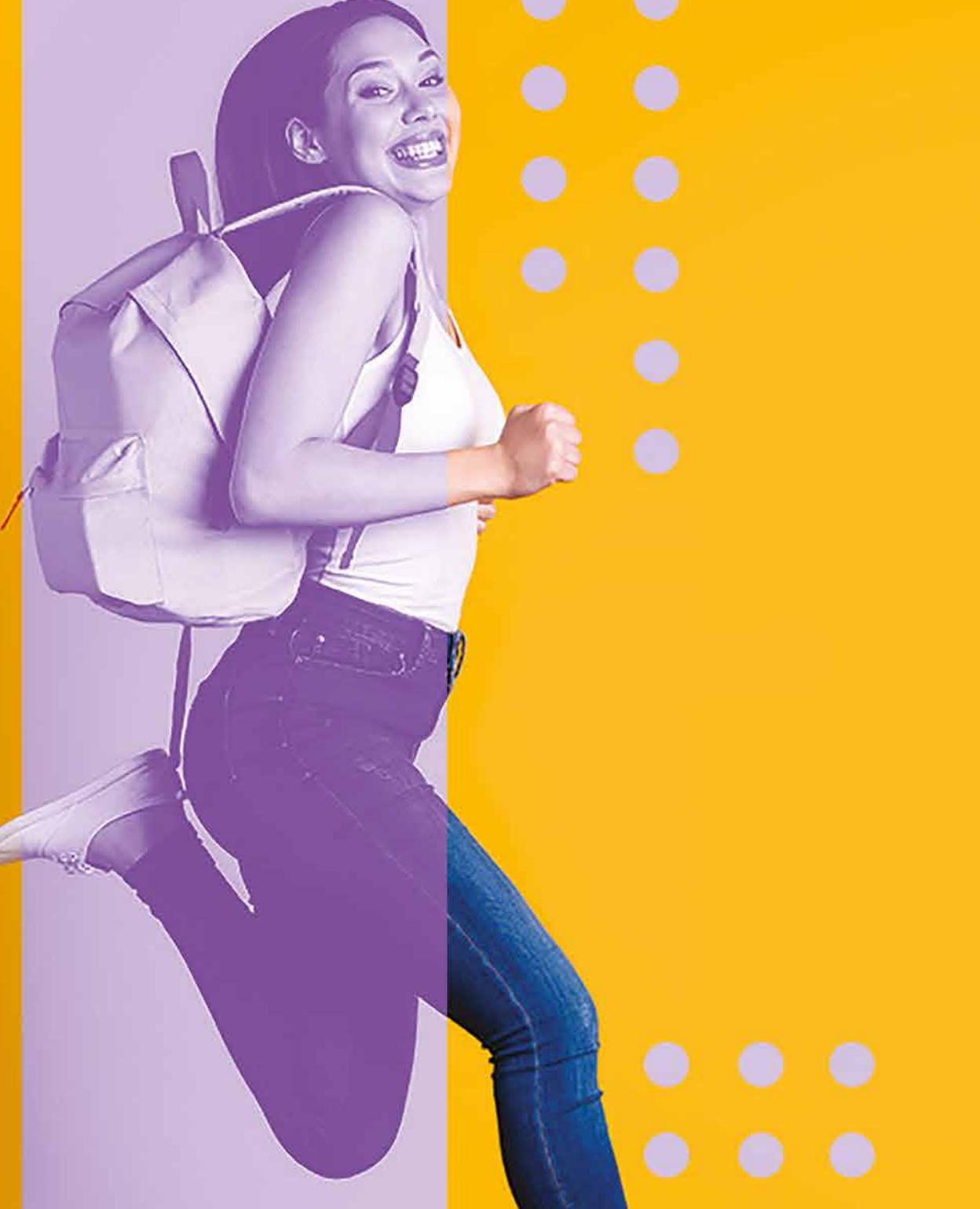
**Karina Cervantes** es profesora de tiempo completo del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Estudia meteoritos e imparte materias relacionadas con las ciencias espaciales.

**Antígona Segura** es investigadora del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM y estudia las condiciones que hacen habitables los planetas de otras estrellas.

# Para caerse de espaldas

Según un testigo ocular de apellido Alighieri, las pobres almas en desgracia del purgatorio cargan pesadísimos bloques de piedra como castigo por su soberbia. ¿Qué pensaría el autor de *La divina comedia* de los millones de niños y jóvenes que en escuelas de México y del resto del mundo cargan a sus espaldas, no faltos de orgullo por el esfuerzo evidente que conlleva, mochilas embarazadas de libros, libretas y demás artículos escolares? Quizá concordaría con los médicos ortopedistas y fisioterapeutas que en este siglo aconsejan no cargar como burros a los estudiantes pues un peso excesivo puede provocarles dolores de espalda, sobre todo en la parte más baja: la región lumbar.

- ● ● Es menos probable que el poeta coincidiera con que para estos émulos del Pípila, el pase directo al purgatorio o incluso al infierno se obtiene cuando el peso de la mochila excede 10 % de su peso corporal, o al menos esto es lo que señalan muy diversas fuentes, algunas menos confiables que otras. Lo que no indican estas fuentes es si esta misteriosa cifra es resultado de sesudos modelos basados en la mecánica y en la anatomía y fisiología del cuerpo humano, o bien de aplicar la estadística del seguimiento de varias generaciones de legiones de escolares con lumbalgia, el término médico que nombra a este padecimiento.



A young woman with a backpack, smiling and jumping, set against a yellow background with a grid pattern.

## A cuestas

Es común hallar la frase: “La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el peso de las mochilas escolares no supere del 10 al 15%

del peso de los niños”, mas en la página oficial de la OMS no aparece por ningún lado esta recomendación. Sustituyamos OMS por “los expertos” y seguimos sin saber de dónde proviene esta relación entre los pesos de la mochila y de su cargador.

De entrada, suponer que es posible establecer un valor que se aplique por igual a millones de escolares tamemes en todo el mundo peca un poco de optimismo, ya que existen numerosas causas por las que sentimos punzadas al agacharnos o levantarnos con la mochila a cuestas. Aunque una mochila pese siete o 70 kilos, la situación es distinta para un adolescente con mala condición física que para otro que practica algún deporte. Además existen factores no tan evidentes que influyen en que tengamos una postura corporal incorrecta al levantar o cargar la mochila: por algún motivo familiar, escolar, emocional o de otro tipo.

Dado que el lumbago o dolor en la zona lumbar es la principal causa de discapacidad, aquí en particular ver limitada nuestra actividad física, padecerlo durante la adolescencia se considera un factor de riesgo de sufrirlo en la adultez. Por ello echarse metafóricamente a la espalda el límite indicado o un excedente de peso, es algo que tendríamos que evaluar con más de detalle o al menos agradecer a los autores de una revisión exhaustiva y del tratamiento estadístico de este doloroso asunto que publicaron tres expertos encabezados por la fisioterapeuta Inmaculada Calvo-Muñoz, en la revista *European Journal of Pain* en 2019.

## A la carga

La citada revisión abarcó todos los estudios que tuvieron más de 50 participantes de entre nueve y 16 años y se publicaron en una revista científica antes de marzo de 2019, sin importar su antigüedad ni el idioma en que estuviesen escritos. Esto se tradujo en 21 trabajos de investigación y más de 18 000 participantes. El equipo de Calvo-Muñoz notó que si bien la mayoría de dichos estudios establecen una asociación entre el peso de la mochila y la incidencia de lumbago en niños y adoles-



Foto: Bodnar Taras/Shutterstock

centes, la calidad de la metodología seguida por los investigadores y, por extensión, la confiabilidad de sus resultados es por lo general baja. Desde el punto de vista biomecánico, esto es, con base en principios físicos y de anatomía y fisiología humana, es de esperarse que un peso excesivo pueda causar dolor en la espalda baja. El problema es que ninguno de los estudios revisados proporciona evidencia suficiente para apoyar el consenso de organizaciones profesionales como la Asociación Estadounidense de Terapia Física, de 10 o 15% del peso corporal como límite a partir del cual considerar la carga excesiva. Los miles de datos examinados indican que no hay diferencia entre la proporción de niños y adolescentes que cargaron mochilas con un peso superior al valor recomendado y aquellos que lo hicieron con mochilas más ligeras, incluso al tomar en cuenta las posibles diferencias debidas a la edad, al sexo o a la condición física.

El valor recomendado menor a 10 o 15 % del peso del mochilero no se debe a estudios que suponen las condiciones cotidianas en escuelas de todo el mundo ni a la distancia que la carga entre su casa y la escuela y de vuelta, sino a que esta es la cifra aceptada para los adultos en ambientes laborales. Si de mochilas y estudiantes hablamos, algunos científicos han propuesto límites tan bajos como 5 % o tan altos como 20 %. Así, dependiendo de a quién queramos hacerle caso, la mamá de una niña que pesa 30 kg puede despreocuparse de la posibilidad de que su hija desarrolle lumbalgia crónica por haber caminado a la escuela con cinco libros más cinco cuadernos más otros útiles escolares en su mochila (peso total: casi 6 kg) durante todo un ciclo escolar. No obstante otra madre no dudará en presionar a la escuela de su hijo para que él nunca lleve más de 1.5 kg a sus espaldas; algo a lo que al menos una editorial ha contribuido produciendo libros de texto con un peso promedio de 250 gramos cada uno.

### Cargantes variables

Por otra parte, los estudios que se tienen sobre la relación entre lumbago y peso de la mochila son de tipo transversal; es decir, se refieren a un momento determinado y no permiten concluir cómo se da


Foto: Roman Samborskyi/Shutterstock

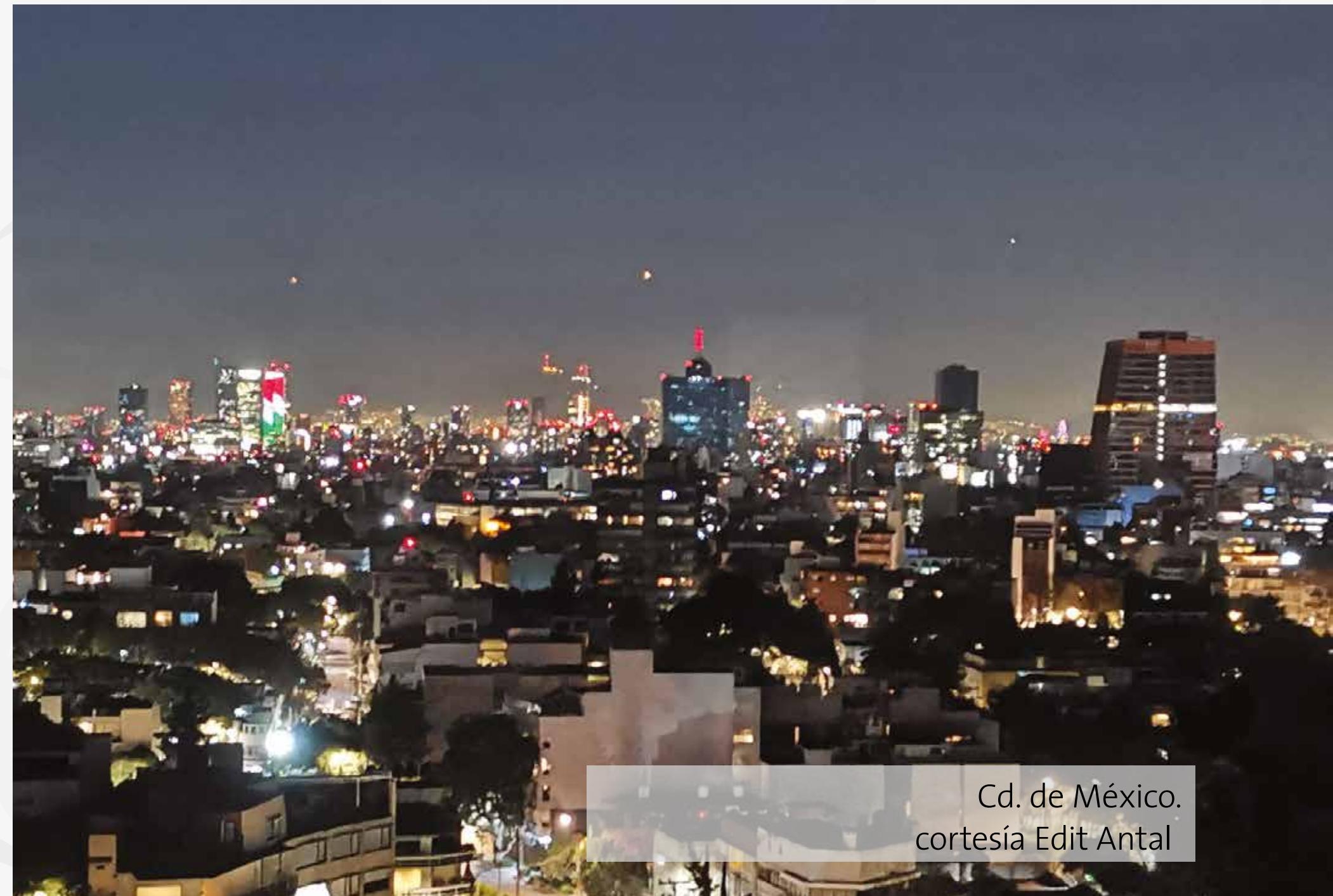
esta asociación, si es que existe, en un intervalo de meses o años. Así, tenemos que el peso de la mochila varía según la cantidad de asignaturas programadas cada día de la semana, pero un estudio transversal sólo nos dirá que el estudiante en cuestión experimentó un dolor de espalda un jueves, por ejemplo. Pero quizás ese dolor se deba más al peso de la mochila en días anteriores que al del día en que se reporta.

Los contados estudios de tipo longitudinal sobre el tema, en los que se sigue a una misma persona o grupo de personas durante un periodo de tiempo se basaron en lo que los participantes recordaban y no en datos tomados diaria, semanal o mensualmente. Por ello no permiten determinar ni la variación temporal en el peso de la mochila que cargan los estudiantes, ni si cargarla con un porcentaje de peso que exceda 10 % o algún otro valor durante cierto tiempo, incrementa el riesgo de sufrir lumbago agudo por días o semanas o por un tiempo más prolongado. Nada de esto implica que niños y adolescentes estén obligados a soportar pesos como si estuviesen entrenando para una competencia de halterofilia o de *crossfit*. Si bien la mayoría de los participantes de los estudios usan una mochila tipo *backpack* y la carga con las correas en ambos hombros, cargarla sobre un hombro no significó ninguna diferencia en cuanto a sufrir dolor de espalda. Además, siempre es posible cambiar la mochila por una con ruedas que te permita abandonar un purgatorio tan dantesco.



Por Sergio de Régules

# Los cielos de mayo



## Mercurio a la vista

Mercurio y Venus son los “planetas inferiores” del Sistema Solar. Se les llama así porque están más cerca del Sol que la Tierra, y por lo tanto están “más abajo”. Los planetas inferiores tienen una particularidad. Desde nuestra perspectiva terrestre abarcamos sus órbitas completas, en toda su extensión angular. Así, siempre los vemos cerca del Sol, al atardecer o al amanecer, nunca a medianoche cuando el Sol está del otro lado del mundo.

Venus es muy brillante y llega a apartarse del Sol hasta  $45^\circ$ , por lo que es muy fácil de localizar y todo el mundo lo ha visto. Pero Mercurio es mucho más pequeño y tenue, y no se aparta del Sol más de  $27^\circ$ . Eso quiere decir que sólo es visible muy cerca del horizonte, sumergido en el resplandor del ocaso o del amanecer. Este mes (el día 22) Venus y la Luna nueva estarán muy cerca de Mercurio al ponerse el Sol, lo que nos ofrece una buena oportunidad para ubicar este esquivo planeta. Una vez que lo hayas ubicado, obsérvalo durante varios días y lo verás subir hasta alcanzar su “máxima elongación”; es decir, su máxima separación angular del Sol, el 4 de junio.

## Apps de astronomía

Te puedes ayudar por medio de una *app* (busca una como Mapa Estelar, que es gratis y está en español). Las *apps* de astronomía usan la fecha, la hora y tu ubicación para desplegar la bóveda celeste en la pantalla en tiempo real, y la brújula y los acelerómetros para darte una visión direc-

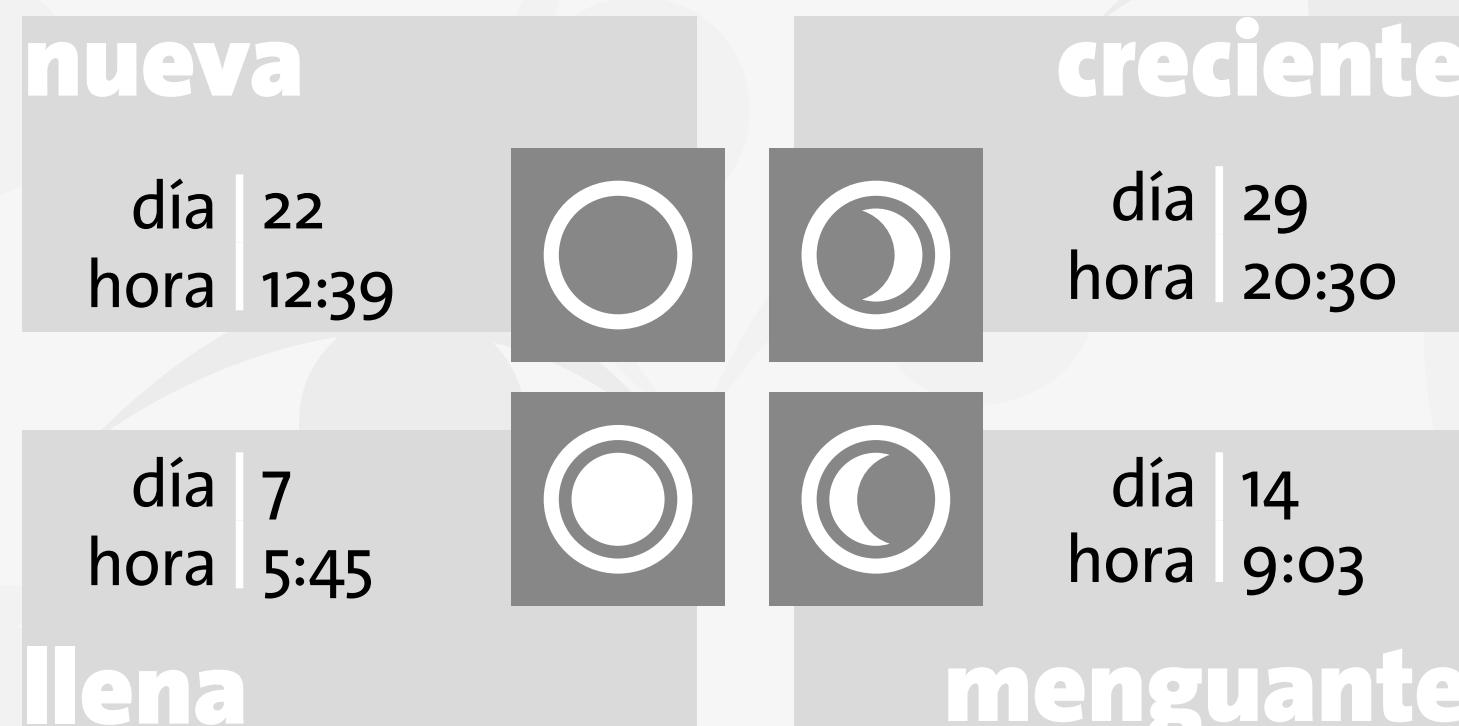
cional interactiva. Dirige el teléfono hacia el cielo para identificar objetos celestes. Haz *zoom* para más detalles. Toca los objetos para obtener información (cada puntito que aparece en la pantalla es un objeto de verdad, guardado en la base de datos de la *app*).

También puedes dirigir el teléfono hacia el suelo (¿qué constelaciones están exactamente debajo de ti en este momento?), y usar la *app* de día (¿qué estrellas están ahí, pero no se ven por el brillo del Sol?). Si diriges el teléfono al Sol (eso sí: ¡nunca veas el Sol directamente!) entenderás por qué se dice “el Sol en mayo está en Tauro”. Siguele la pista durante varias semanas y lo verás pasar de una constelación a otra (lo que se debe a nuestro cambio de perspectiva conforme la Tierra avanza en su órbita). Por eso en distintas épocas del año vemos distintas constelaciones en la noche.

Y todo esto se puede hacer sin salir de casa, aunque siempre es mejor experimentar el cielo estrellado en vivo.

### Efemérides

- 5** La Luna en perigeo, a 359 656 km.
- 12** Conjunción de la Luna con Júpiter y Saturno.
- 14** Conjunción de la Luna con Marte.
- 16** La Luna en apogeo, a 405 584 km.
- 22** La Luna (nueva), Mercurio y Venus en conjunción al ponerse el Sol, muy cerca del horizonte.



Aquí puedes publicar una fotografía tuya de cielo nocturno. Envíala junto con tus datos a

[redescv@dgdc.unam.mx](mailto:redescv@dgdc.unam.mx)

# ¿quéhacer?

Leer 

## *Los retos de la astronomía*

Fierro, Julieta

Col. La academia para jóvenes

AML/UNAM, Cd de México, 2019

La investigadora del Instituto de Astronomía de la UNAM y reconocida divulgadora de la ciencia, presenta un libro ágil, interesante y entretenido en una colección de la UNAM y la Academia Mexicana de la Lengua, cuyo objetivo es reforzar la formación de estudiantes de bachillerato en las ciencias experimentales y sociales. Con fotografías, ilustraciones y gráficas, Julieta Fierro presenta el resplandeciente mundo de los eclipses, el movimiento de la Tierra, los telescopios y la radiación, la espectroscopía y la composición de los astros. No olvida la búsqueda de vida extraterrestre, la gravitación universal, la cosmología, la noción del paso del tiempo y el futuro del cosmos.

Fierro piensa en sus alumnos y les explica cómo volverse astrónomos después de estudiar la licenciatura de física y el posgrado en astrofísica, cómo aprender y sumergirse en las matemáticas y en el empleo de herramientas modernas. Está segura de que uno estudia ciencias por curiosidad, pasión y placer y que “los profesores que hacen investigación, de manera implícita, enseñan a pensar, a crear y a encontrar la manera de resolver los problemas”.



**libros  
UNAM  
OPEN ACCESS**

**Adicciones en el adolescente. Prevención y atención desde un punto de vista holístico**

Tapia Pancardo, Diana y otros

La clasificación de las drogas, efectos, tolerancia, dependencia y los factores de riesgo en adolescentes. Prevención de adicciones en el embarazo, acoso y drogas.

## *Cuando leo... cuando escribo...*

Martorell Nieto, Imelda (Coord.)

Col. Universo de letras

Cultura UNAM

Cd. de México, 2019

Este texto es una encuesta sobre las prácticas de lectura y escritura de la comunidad estudiantil de la UNAM que se llevó a cabo en abril y mayo de 2019 entre estudiantes de bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria, del Colegio de Ciencias y Humanidades y de las licenciaturas de la UNAM. La encuesta se centra en el impacto que en los últimos años han tenido en los jóvenes las tecnologías de la información y la comunicación, en el marco de nuevos conceptos como inmediatez y portabilidad así como de espacios como *blogs*, *chats*, portales y redes sociales; en las lecturas discontinuas y fragmentadas y cómo la lectura no es ahora solo una práctica individual sino una actividad social que se da a través de las redes digitales.

Si bien una de sus recomendaciones es fomentar las comunidades lectoras pues a muchos de los encuestados les gusta leer y escribir en comunidad, siguiendo a M. Petit, el punto focal no está en formar lectores, sino en entender “cómo la lectura ayuda a las personas a construirse, a desconstuirse, a hacerse un poco más autores de su vida, sujetos de su destino”.

## Escuchar



**Habitare**  
 Un espacio que busca generar conciencia y acción sobre el cuidado del ambiente.  
 Lunes 16:05 hrs por 96.1 FM; domingos 18:00 hrs. por 860 AM

## radi(o)sfera

Noticiario que produce la DGDC en el que conocerás mucho de las investigaciones más relevantes de la UNAM.  
 Tiempos oficiales



## Hábitat ciencia

Programa en el que conocerás muchos de los avances científicos, tecnológicos y de innovación desde una perspectiva científica.  
 Viernes, 19:00 hrs. en [www.radio.edu.mx](http://www.radio.edu.mx)

## Ver

### Canal 21.1

**Dr. Gecko** es una serie que fomenta el interés en las ciencias genómicas  
 Martes y jueves, 15:00 hrs.

### TV UNAM - Canal 20.1

## El noticiero científico y cultural iberoamericano

te pone al día en temas de ciencia de la región.  
 Sábados, 14:00 hrs.

### Canal 11.1

## Innovación y complejidad

a través del trabajo de varios investigadores nacionales.  
 Jueves, 12:00 hrs; repetición domingo, 15:00 hrs

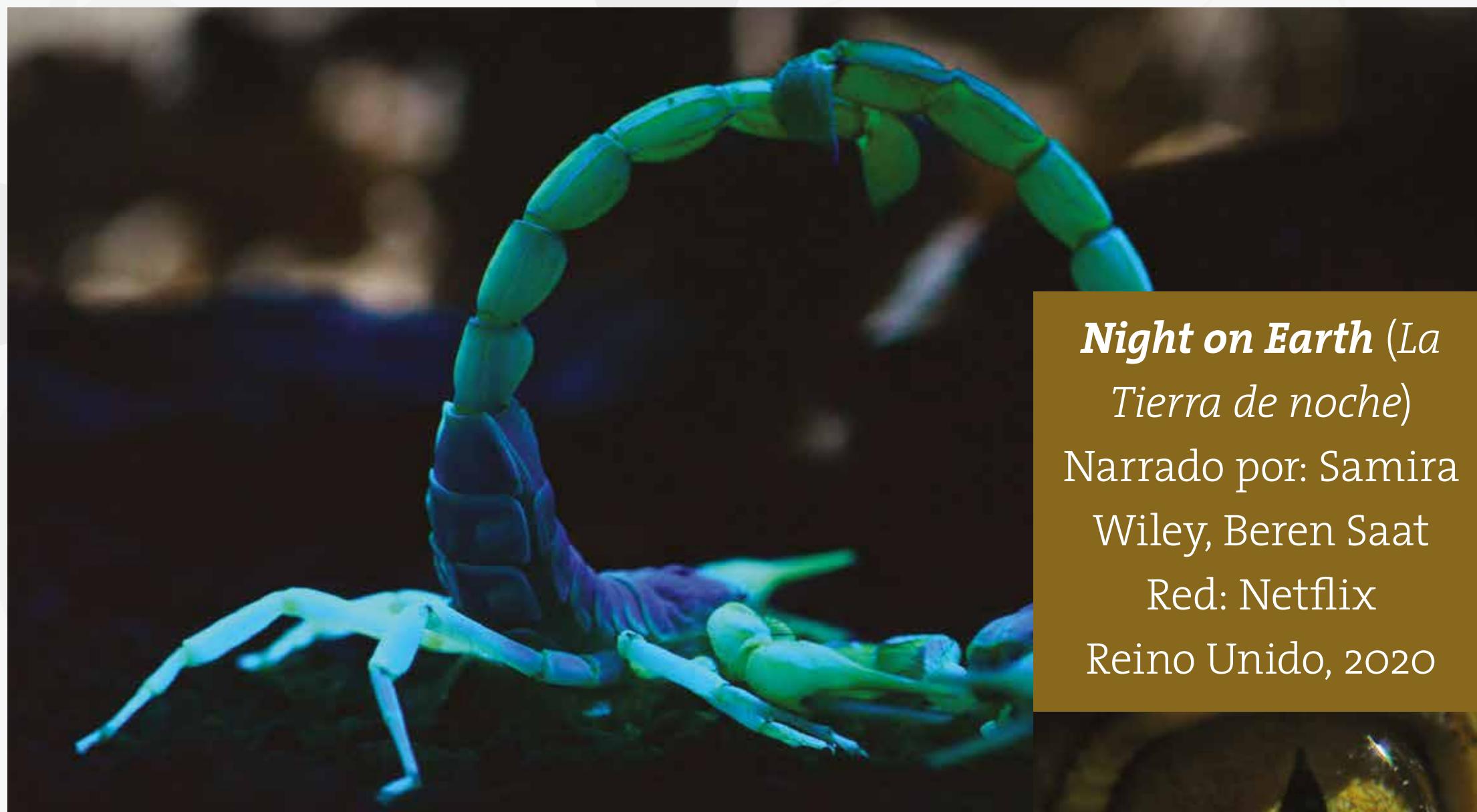
## Astronomía y Arte: La Luna



Una serie realizada por la Universidad Nacional de Educación a Distancia y la Televisión Española para saber más sobre la Luna desde las representaciones y planteamientos históricos, la selenografía, los mapas lunares y por supuesto la Luna en el cine y las artes plásticas.  
[www.youtube.com/watch?v=2AV59AHencl](http://www.youtube.com/watch?v=2AV59AHencl)

Ver 

## De película

Por **Arturo Vallejo**

**Night on Earth (La Tierra de noche)**

Narrado por: Samira Wiley, Beren Saat  
Red: Netflix  
Reino Unido, 2020



¿Cómo sabemos lo que sabemos del mundo natural? No es una pregunta trivial. Hoy lo damos por hecho, pero por mencionar algunos ejemplos, antes de Galileo nadie había observado la superficie de la Luna ni las manchas del Sol. Antes de Leeuwenhoek nadie había visto protozoos, bacterias, espermatozoides ni glóbulos rojos. El telescopio y el microscopio han sido, de alguna manera, extensiones de nuestros sentidos que permiten observar fenómenos que no podríamos percibir en condiciones naturales. El comportamiento de los animales es otro buen ejemplo, no podemos estar en todas partes todo el tiempo y por eso se han desarrollado aparatos como cámaras o grabadoras trampa, que se activan de manera automática para capturar la imagen o el sonido.

El documental *La Tierra de noche*, producido por Netflix y disponible en dicha plataforma, ofrece mucho al respecto pues muestra qué hacen los animales mientras dormimos. Se trata de una serie de seis capítulos dedicados a diferentes partes del planeta: África, Alaska, Perú, el fondo del océano y la fauna de las ciudades. Las actividades nocturnas de la fauna son más diversas de lo que podemos imaginar y están ligadas a los ciclos lunares, nos informa el primer capítulo. Vemos animales que aprovechan la oscuridad para salir a cazar, para aparearse, para esconderse de sus depredadores, para emigrar o simplemente recrearse. Son escenas que nadie antes había registrado y que hoy podemos observar gracias a esta serie.

Para conseguir estas impresionantes imágenes los realizadores utilizaron cámaras ultra sensibles a la luz de la Luna y también cámaras infrarrojas. Las imágenes térmicas, que registran la temperatura corporal en lugar de la luz que reflejan los objetos, revelaron, por ejemplo, las estrategias que utilizan los leones en la sabana africana para cazar a sus presas. El ciclo lunar comienza de nuevo y hay Luna llena, lo que dificulta la cacería porque hay más luz. Observamos cómo una leona se separa de la manada y el resto de los leones persigue a las presas, un grupo de búfalos, y las conduce exactamente adonde la hembra está esperando. “Paisajes y animales que nos son familiares, pero que se presentan bajo una luz completamente diferente”, anuncia la serie.

En el contexto de la crisis ambiental y civilizatoria que vivimos actualmente, las narrativas ecológicas se han vuelto muy relevantes; en este sentido, *La Tierra de noche* se inscribe dentro de una nueva clase de películas que promueven una sensibilidad ecológica y que se han clasificado como “ecocinema”. Esta serie documental nos brinda una experiencia que permite conocer y apreciar los ecosistemas y sus habitantes.

Visitar

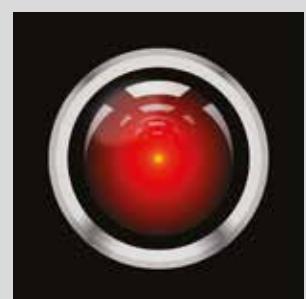


### Museo Interactivo de Economía

Espacio interactivo que utiliza juegos y actividades interesantes para ayudarte a descubrir cómo funciona el mundo desde la economía. Para conocerlo un poco más y prepararte antes de visitarlo entra a **[www.mide.org.mx](http://www.mide.org.mx)**.



Cursos



#### Inteligencia Artificial Coursera

Este curso cubre el pasado, presente y futuro de esta disciplina así como las implicaciones sociales, éticas y filosóficas de los principales desarrollos en esa área.

Regístrate en  
[www.coursera.org](http://www.coursera.org)



#### Introducción a la astronomía

Con Julieta Fierro, investigadora del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México.  
[www.youtube.com/watch?v=k81PvEvgAso](https://www.youtube.com/watch?v=k81PvEvgAso)



Haz un  
recorrido  
virtual.



Fotos: Rob Young

## Museo Nacional de Antropología

Si aún no has visitado el Museo Nacional de Antropología, ubicado en el bosque de Chapultepec de la Ciudad de México, este es el momento de hacer un recorrido en forma virtual.

Este museo es el más visitado de México, y quizá el más emblemático por su contenido histórico. Contiene 24 salas de exhibición (22 permanentes y dos para exposiciones temporales), en las que se tratan dos grandes temáticas: arqueología y etnografía de México. En la planta baja se encuentran las salas dedicadas a la introducción a la antropología y a la arqueología de las culturas indígenas del territorio mexicano, desde el poblamiento de América hasta el periodo Posclásico mesoamericano. En el segundo nivel hay 11 salas de etnografía en las que se exhiben muestras de la cultura material de los pueblos indígenas que viven en México actualmente.

Las salas de antropología y arqueología se encuentran alrededor de un gran patio central, donde destaca la fuente invertida llamada El paraguas y un estanque de lirios, y están ordenadas según un criterio cronológico comenzando por el lado derecho hasta llegar a la sala Mexica. A partir de la sala de las culturas de Oaxaca, el orden de presentación es geográfico.

Para tu recorrido virtual entra a [www.inah.gob.mx/paseos/mna](http://www.inah.gob.mx/paseos/mna) y sigue las instrucciones.

## Museo de la Luz

El lema de este recinto es “Ciencia, arte e historia” y se caracteriza por ser el primero en el mundo dedicado completamente a este fenómeno.

Entra a [www.luz.unam.mx](http://www.luz.unam.mx) y programa tu visita.

### Museo de la Luz

San Ildefonso 43,  
Centro Histórico  
Ciudad de México  
Informes: (55) 57 02 41 29  
[www.luz.unam.mx](http://www.luz.unam.mx)

### Museo Interactivo de Economía

Tacuba 17  
Centro Histórico  
Ciudad de México  
Informes: 55 5130 4600 ext. 4616  
[www.mide.org.mx](http://www.mide.org.mx)

### Museo Nacional de Antropología

Av. Paseo de la Reforma y  
calzada Gandhi s/n  
Col. Chapultepec Polanco  
Ciudad de México  
Informes: 55 5553 6266 y 55 5286 1743

Por **Martha Duhne Backhauss**

## El coronavirus no fue creado en un laboratorio

Muchas personas creen, erróneamente, que el virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad COVID-19, fue creado en un laboratorio como resultado de un experimento en biotecnología. Los partidarios de esta creencia achacan la responsabilidad del diseño y dispersión del virus a distintos agentes.

Una corriente dice que el virus de la COVID-19 fue creado por el gobierno chino en la ciudad de Wuhan, donde se originó la pandemia, y entre otras supuestas pruebas citan el hecho de que esta ciudad es sede del Instituto Wuhan de Virología, un laboratorio de bioseguridad que trabaja con patógenos peligrosos. Otra variante afirma que fueron las grandes empresas farmacéuticas porque una pandemia les reditúa una cantidad inimaginable de dinero, sobre todo si logran desarrollar tratamientos o vacunas.

Otros más aseguran que el gobierno estadounidense diseñó el virus y despachó militares para liberarlo en Wuhan y así culpar al gobierno de China. Y según otros el virus es la creación de varios gobiernos para eliminar a las personas de la tercera edad, que son, en efecto, uno de los grupos más vulnerables a esta enfermedad.

¿Con qué evidencias cuentan los que apoyan estas creencias, y crean mensajes en redes sociales que se multiplican más que el propio virus? ¿Tienen fotografías, grabaciones, correos, documentos ultra secretos filtrados por medio de espías?

Nada de eso. Para crear un rumor o una noticia falsa no se necesita ninguna evidencia, solo imaginación y ganas de desinformar al público. Además, al parecer nadie se pone a pensar que a ningún gobierno podría convenirle soltar un virus que enferme y mate a miles de sus ciudadanos.



Kristian Andersen, del Instituto Scripps de Medicina Traslacional, reunió a un grupo internacional de biólogos evolucionistas y virólogos para estudiar el material genético de este coronavirus y definir si pudo haberse creado en un laboratorio. Los científicos no tardaron en descubrir que no hay ninguna evidencia de que su material genético haya sido manipulado ni de que fuera una mezcla de secciones de ARN de virus conocidos previamente. Es un virus parecido a otros que se han identificado en animales como el pangolín de Malasia y algunas especies de murciélagos. Aunque no se puede asegurar con certeza que ese sea su origen, esta investigación sí aporta evidencia para demostrar que en la naturaleza existen secuencias genéticas idénticas a la del virus SARS-CoV-2.

El resultado de la investigación, publicado en la revista *Nature Medicine* en marzo, es que la pandemia que actualmente afecta a buena parte de la humanidad se debe a un virus natural, no creado en un laboratorio. Las investigaciones sugieren que el SARS-CoV-2 pasó de algún animal, aún no sabemos cuál, a una persona una sola vez, y ahí empezó el contagio al resto del mundo.

Este resultado es una prueba más de que es necesario verificar la información que recibimos, buscar sus fuentes para garantizar que sean confiables, cuestionarla antes de compartirla y permitir que se propague por todo el mundo como si se tratara de otro virus.





Ilustraciones Carlos Durand

## La trompeta no solo echa aire

### Caridad con trompeta

Antes de su resguardo voluntario por el coronavirus, Caridad decidió que además de avanzar en su tesis quería aprender a tocar la trompeta. Así que fue a la famosa “Surtidora del mariachi” y su dueño, el músico y cantante Miguel Santos, le contó la historia de la trompeta mientras le mostraba las que tenía en la tienda. Le explicó que la trompeta se inventó poco después que la flauta y que debió ser de cuernos de ciertos animales. Para el hombre prehistórico emitir un sonido con los restos de un animal muerto tuvo un carácter mágico y ritual; siglos después, por su sonoridad, su uso se hizo imprescindible en maniobras militares y actos religiosos. Cuando Santos le comenzó a hablar de tonos, escalas, octavas y armónicos Caridad le dijo: “No sé nada de música. Solo véndame la trompeta y déme los datos de alguien que pueda explicarme cómo se toca”.

Santos le contestó: “Son 3500 pesos de la trompeta y en la barra de la cantina de enfrente están los 5 músicos del mariachi Arcoíris sin sus instrumentos. Cada uno es de un estado diferente, tienen ojos de distinto color, su traje los distingue además de su calzado particular. El michoacano es el primero de izquierda a derecha y está junto al de traje azul; el que se coloca al centro tiene los ojos verdes; el veracruzano viste traje rojo; el tapatío toca la vihuela y el oaxaqueño tiene ojos negros. El que tiene traje morado está a la izquierda del que se viste de blanco; el que se viste de morado tiene ojos castaños; el de mocasines toca la guitarra; el del traje color oro calza tenis; el que lleva botas está junto al que toca el guitarrón. El violinista está junto

al que usa tenis; el que lleva huaraches tiene ojos azules; el zacatecano toca descalzo y el que toca con botas está junto al de ojos grises. Con estos datos deduzca cuál es el trompetista y dígale que quiere unas clases”.

### ¿De qué color es el traje del trompetista?

#### Sin ton ni son

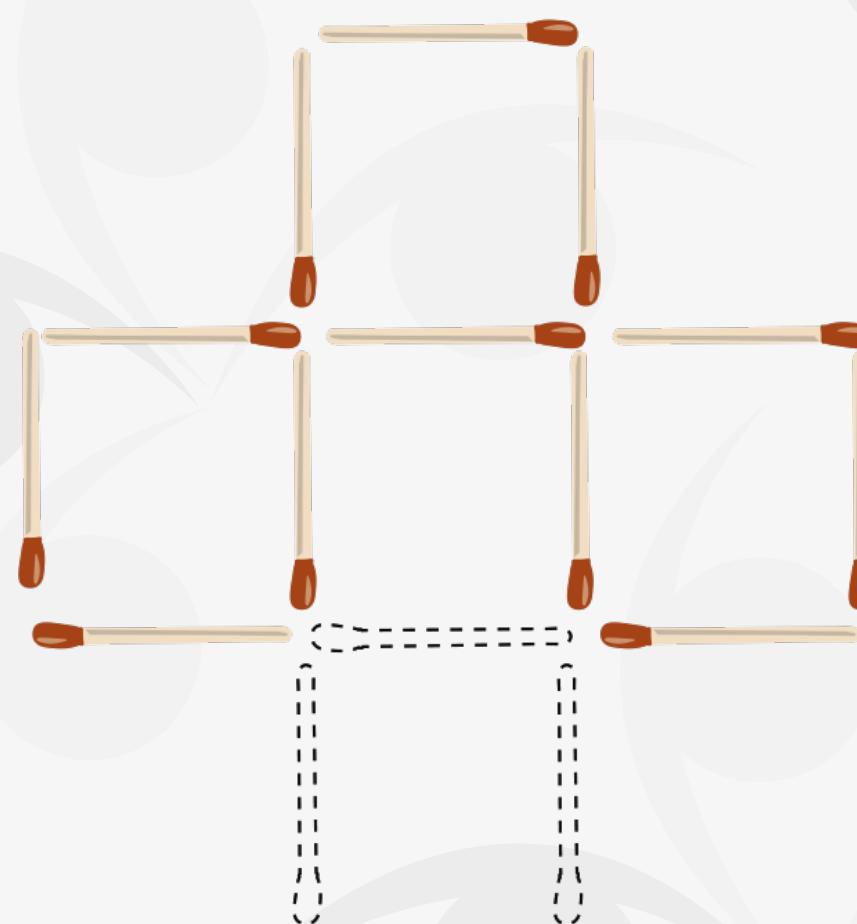
El trompetista le explicó a Caridad que antiguamente, cuando se originó el mariachi en Cocula, Jalisco, a finales del siglo XVII, en vez de la trompeta se utilizaba el arpa, además de la guitarra, el violín, la vihuela y el guitarrón. También le dijo que podía darle clases pero que tenía 2 condiciones: que ella aprendiera solfeo antes y que le contestara correctamente una pregunta difícil: “¿Cómo tendrías que arrojar una naranja para que después de recorrer una cierta distancia se detuviera y regresara más o menos al punto donde la lanzaste, sin que la naranja rebote contra algo o se le amarre una cuerda?”.

### ¿Qué debe responder Caridad?

#### Se acabó la música

Después de un mes Caridad tenía nociones de solfeo y su tesis estaba bastante avanzada. Pero también se había aficionado a construir y transformar todo tipo de estructuras hechas con cerillos. Hizo una en la que, según ella, con tan solo mover 3 cerillos se obtenían 3 cuadrados idénticos.

### ¿Qué cerillos se deben mover para lograrlo?



### Soluciones Núm. 256

**Nietos latosos.** Lorena: 0 hijos, 2 hijas; Cecilia: 3 hijos, 3 hijas; Victoria: 2 hijos, 2 hijas; Manuela: 3 hijos, 0 hijas.

**Cumpleaños enredado.** Con la frase b) no puede ser el 19 de febrero o el 18 de abril; con la frase c) no puede ser febrero o abril; con d) se descartan el 14 de septiembre y el 14 de noviembre y con e) no pueden ser el 15 o el 17 de noviembre. Solo queda la frase a) el cumpleaños es el 16 de septiembre.

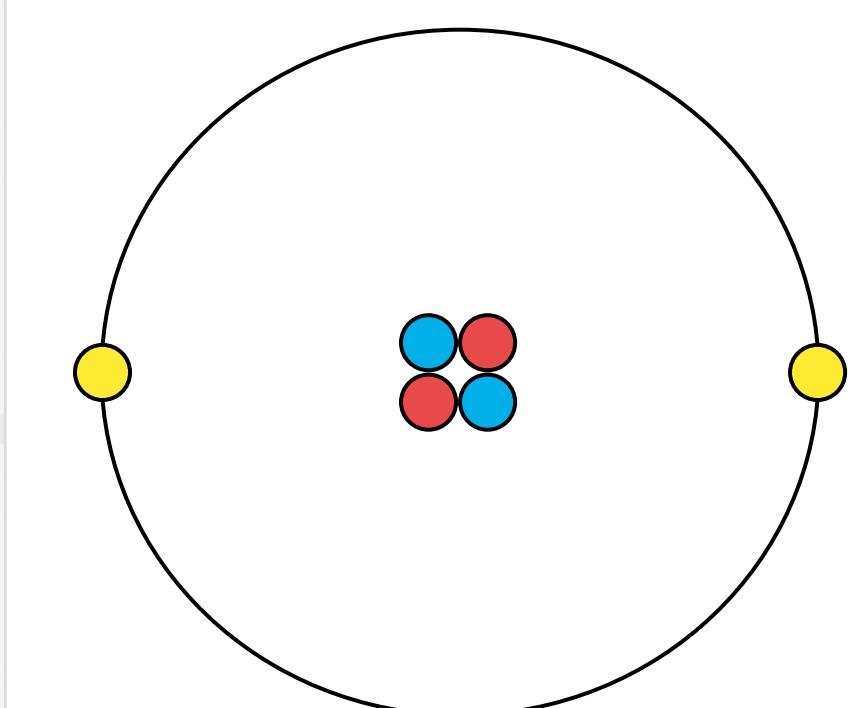
**Edad engañosa.** Don Lalo tiene 70 años de edad y sus nietos 7, 2 y 2, por lo que la escuela tiene 11 salones.

¿quéverás? | 



## MARIE THARP

La mujer que reveló el secreto  
de los océanos.



## HELIO

Un elemento tan escaso en la atmósfera  
terrestre que se descubrió primero en el Sol.



Cómo la cuarentena por  
el nuevo coronavirus ha  
beneficiado al planeta.