

# NOU

## INTERES



¿AH, MUY  
MACHÍN?  
SER HOMBRE ES  
DIFERENTE

AHORA SÍ:  
EL MUNDO SE  
VA A ACABAR

EL PODER  
CURATIVO  
DEL SUEÑO

LOS ÁRBOLES  
TIENEN  
INTERNET

# CÓMO PENSAMOS

LA FÍSICA CUÁNTICA EXPLICA TU CEREBRO

ENERO DE 2020, No. 01



270120  
Cada 11 días \$15.00  
Cada 11 días \$15.00  
Cada 11 días \$15.00





VISÍTANOS |



[muyinteresante.com.mx](http://muyinteresante.com.mx)



### DISCOVERY

#### 4 Muy Web

Siempre *online* con la información más interesante.

#### 5 Muy data

El espacio exterior en números.

#### 6 Actualidad

Los autos usados en la Fórmula E; la "mantis avispa" y cómo se mezclan las pantallas táctiles con chimpancés.

#### 16 Muy Visión

Nuestra tierra de mamuts.

#### 18 México

Oaxaca: canto al arte y al mezcal.

#### 20 In situ

Ángela Posada y las computadoras cuánticas.

#### 21 Citas

El cerebro.

#### 22 Tocar lo invisible

Pepe Gordon y el gato encerrado en la ciencia.

### + REPORTAJES

#### 24 En Portada

Tu cerebro cuántico. Más que un órgano, un misterio a descifrar.

#### 34 La vida secreta de los árboles

Las redes que conectan al bosque, un único ser vivo.

#### 42 Alimentar el futuro

Un increíble proyecto busca revolucionar el campo mexicano.

#### 48 Vistas aéreas

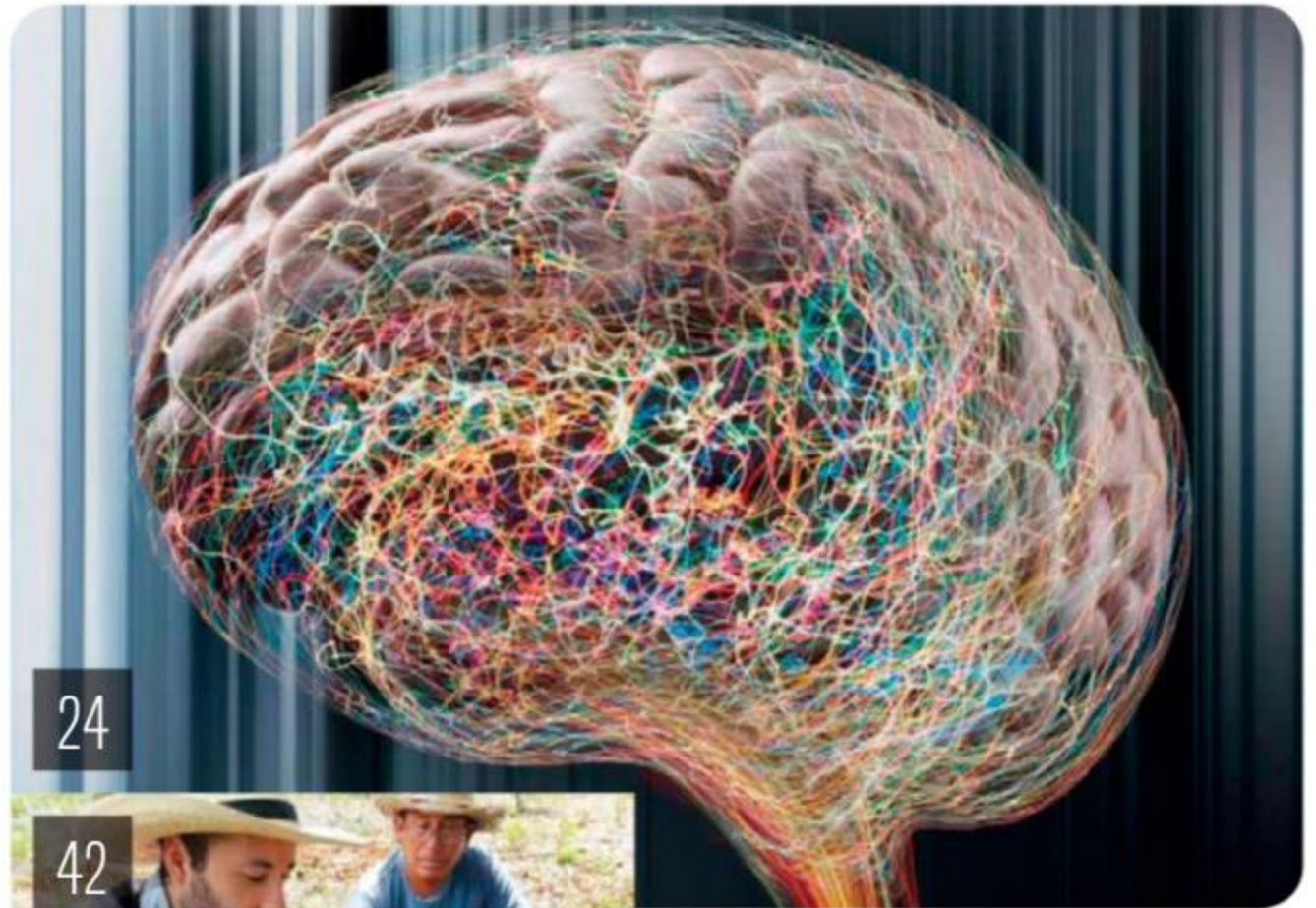
JP y Mike Andrews, nos muestran el mundo como sólo un ave podría.

#### 56 ¿Qué es la virilidad?

El concepto de lo que significa ser hombre en el siglo XXI está en plena transición.

#### 62 Documento

Tu cuerpo nunca duerme. Esta máquina restaura y arregla todo para el nuevo día.



### CURIOSIDAD

#### 70 Preguntas y respuestas

¿Cómo funciona la flora intestinal? ¿Cómo eran las mariposas antiguas? ¿Hay distintos tipos de rayos?

#### 74 De palabras

Epifanía.

#### 76 Sala de arte

El archiduque Leopoldo Guillermo... (1647-1651), de David Teniers el joven.

#### 78 Mitos y leyendas

Longma: el dragón caballo de los mitos chinos.

#### 80 Muy escéptico

Ahora sí se acaba el mundo: profecías 2020.

#### 82 Escenas de la historia

Adiós Batista, hola Fidel.

#### 84 Protagonistas de la historia

Norman Borlaug, el padre de la "Revolución verde".

#### 86 Cine-scopio

40 años de brillo: El Resplandor.

#### 88 Los diez

Lugares apocalípticos de la Tierra.

#### 90 Frasegrama

Descubre la frase relacionada con la palabra orquesta.

#### 91 Libros

Siéntate a leer las recomendaciones que tenemos para ti.

### XPLORER

#### 92 Hi-tech

Tecnología que mueve tu mundo.

#### 95 Innovación

Llegan las mini impresoras... ¡y a color!

#### 96 Cómic

Indecisos.



# EL CEREBRO ES EL NUEVO ESPACIO EXTERIOR

**P**regúntale a tu papá o a tu abuelo por los viajes al espacio exterior. A esas generaciones les fascinaban los cohetes que descubrían nuevas vistas de la Tierra y demostraban las leyes de la física. El espacio exterior todavía tiene lo suyo: las nuevas generaciones se emocionan con las selfies que toman los astronautas en las que salimos todos (el astronauta con la Tierra como fondo), con la fotografía del agujero negro o con los descubrimientos del Sol. En Muy Interesante teníamos como tradición publicar un gran artículo sobre el espacio exterior para empezar el año. Pero ahora publicamos una nueva fascinación: el cerebro. ¿Cómo pensamos? La neurociencia, la psicología y hasta la economía descubren cada vez más detalles de la manera en que tomamos decisiones y llegamos a conclusiones complejas.

Y aquí tenemos una nueva teoría para explicar los mecanismos del pensamiento: La física cuántica podría servir como metáfora para que los entendamos. Antes de que te espantes, no te vamos a decir que apoyamos a esos charlatanes que dicen que pueden poner a las partículas cuánticas a curarte el corazón o la tristeza, algunos con solo tocarles una canción. No, no hablamos de ellos, sino de que los descubrimientos de la física cuántica podrían dar algunas ideas para explicar la manera en que el cerebro se relaciona con el mundo y con el resto del organismo. La hipótesis del cerebro cuántico es apenas el principio, para empezar a descubrir más. Ahora cuéntale a tu papá y a tu abuelo qué cosas fascinan a tu generación.

## Los editores de Muy Interesante.

### QUEREMOS SABER DE TI

Estamos muy interesados en conocer tu opinión. Escríbenos a:

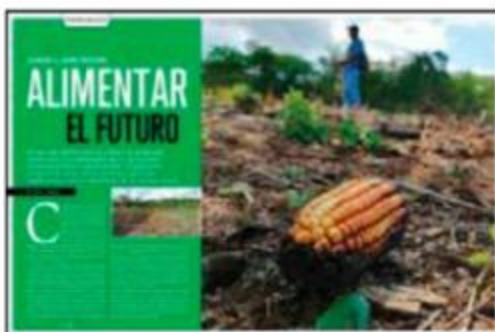
[MuyInteresante@televisa.com.mx](mailto:MuyInteresante@televisa.com.mx)

### Coméntanos...

- ¿Qué podemos hacer con el machismo?



- ¿Cómo podríamos producir más maíz?



• O dínos cuál tema te parece Muy Interesante.

<b>Editorial</b>	<b>Contenido editorial</b>
Sarai J. Rangel	Roberto Morán
<b>Redacción</b>	<b>Director</b>
Luis Antonio Torres Liho	<b>Audiencias Print</b>
<b>Corrector de Estilo</b>	Jorge Morett
<b>Arte</b>	<b>Director</b>
Manuel Arrubarrrena Luna	<b>Ventas</b>
<b>Coordinador de Arte</b>	Marlen Hernández Mejía
Carlos E. Balan Lara	<b>Coordinadora Comercial</b>
<b>Diseñador</b>	Juan Pablo Villarreal Morfín
<b>Portada</b>	<b>Brand Manager</b>
José Antonio Díaz de León	<b>Relaciones públicas</b>
<b>Fotoarte</b>	Fabián Amione
<b>Colaboradores Externos</b>	<b>Gerente</b>
Adriana Palma Salinas	<b>Marketing</b>
<b>Diseño</b>	Fabiola Arrillaga Treviño
Maria Fernanda Morales Colín	<b>Directora</b>
<b>Redacción</b>	Alejandro Ávalos Angulo
Adriana Cataño Vergara	<b>Coordinador</b>
<b>Información</b>	<b>Digital</b>
España Mohar	Jorge Taboada
<b>Editora Web</b>	<b>Director</b>
	<b>Mejora continua y operaciones</b>
	Guillermo Caballero
	<b>Director</b>
	<b>Relaciones con Empresas y Talento</b>
	Lucía Alarcón
	<b>Directora</b>
	<b>Finanzas y administración</b>
	Rosario Sánchez
	<b>Directora</b>
	<b>Desarrollo de Negocios, Ventas y Marketing</b>
	Joaquín Colino Sánchez Ventura
	<b>Director</b>
	<b>Licencia</b>
	Zinetmedia Global, S. L. S. EN C.

**Número telefónico para ventas de suscripciones:**  
800-222-2000  
**Atención a suscriptores:**  
México:  
800 REVISTA (738-4782)  
EUA y Puerto Rico:  
1 800 288-6677

### EDITORIAL TELEVISIÓN

Rodolfo Vargas Pérez  
**Director General**

### LA REVISTA MENSUAL PARA SABER MÁS DE TODO

Suscripciones: 800-222-2000

Atención a suscriptores: 800 REVISTA (738-4782)



© **MUY INTERESANTE**. Marca Registrada. Año XXXVII N° 01. Fecha de publicación: 23-12-2019. Revista mensual, editada y publicada por **EDITORIAL ZINET TELEVISIÓN, S.A. DE C.V.** Av. Vasco de Quiroga N° 2000, Col. Santa Fe, Alcaldía Álvaro Obregón, CP 01210, Ciudad de México, Tel. 55-5261-2000. Contenido licenciado por **ZINET MEDIA GLOBAL, S.L. S. EN C.** bajo los derechos exclusivos de **EDITORIAL ZINET TELEVISIÓN, S.A. DE C.V.** Editor responsable: Jorge Antonio Morett López. Número de Certificado de Reserva de derechos al uso exclusivo del Título MUY INTERESANTE: 04-2001-090516461000-102 de fecha 6 de febrero de 2019, ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título N° 5956, de fecha 15 de mayo de 1987; Certificado de Licitud de Contenido N° 8546, de fecha 15 de mayo de 1987, ambos con expediente N° 1/432\*81\*/2475 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas. Distribuidor exclusivo en México: Distribuidora Intermex S.A. de C.V., Lucio Blanco N° 435, Alcaldía Azcapotzalco, CP 02400, Ciudad de México. Tel. 55-5230-9500. Distribución en zona metropolitana: Unión de Expendedores y Voceadores de los Periódicos de México, A.C., con domicilio en calle Guerrero N° 50, Guerrero, Alcaldía Cuauhtémoc, CP 06350, Tel. 55-5591-1400. **EDITORIAL ZINET TELEVISIÓN S.A. DE C.V.** investiga sobre la seriedad de sus anunciantes pero no se responsabiliza con las ofertas relacionadas por los mismos. **ATENCIÓN A CLIENTES:** a toda la República Mexicana Tel. 800 REVISTA (738-4782). Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial del contenido e imágenes de la publicación sin previa autorización de Editorial Televisa, S.A. de C.V.

**Impresa para México:** REPRODUCCIONES FOTOMECAÑICAS S.A. DE C.V. Durazno N° 1, Esq. Ejido, Col. Las Peritas, Tepepan; Alcaldía Xochimilco, Ciudad de México, CP 16010.

**IMPRESA EN MÉXICO - PRINTED IN MEXICO.**  
**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.**  
**ALL RIGHTS RESERVED.**  
© Copyright 2019

ISSN 1665 - 3629.  
[muyinteresante@televisa.com.mx](mailto:muyinteresante@televisa.com.mx)





# SUSCRÍBETE

POR  
SÓLO **\$449**

(Precio regular \$588)

**12** EJEMPLARES

ADEMÁS LLÉVATE DE REGALO  
**LOS ESPECIALES  
SEGUNDA GUERRA MUNDIAL  
VOL. I Y II**



LLAMA AHORA

**800 222 2000**

**muy**  
INTERESANTE  
**HISTORIA**

Hasta agotar existencias. Pago en una sola exhibición de \$449 por 12 ejemplares, cada edición es bimestral. No aplican cancelaciones ni devoluciones. Aplican restricciones. Promoción válida al 30 de noviembre de 2019. Precio sujeto cambio sin previo aviso. Atención a suscriptores: 800-REVISTA (738-47-82) de lunes a viernes de 8 a 19hrs y sábados de 9 a 14hrs.



# PARA SABER MÁS DE TODO

¡No te olvides de visitar nuestras redes sociales!



Twitter:  
@MuyInteresanteM



Facebook:  
Muy Interesante México



Instagram:  
muyinteresantemx



## Descubren nueva especie de araña violinista

El nuevo ejemplar, descubierto por estudiantes de la UNAM, coloca a México como el país con la mayor diversidad de especies de dicho género en el planeta.



## Van Gogh Alive llega a México

Luego de romper récord de visitantes en más de 45 ciudades de cuatro continentes, las obras de Van Gogh llegan en febrero a la CDMX.

## Miles de tortugas marinas son grabadas por dron

Esta imagen de varias tortugas marinas, en su mayoría tortugas oliváceas, busca resaltar la importancia de los refugios para la especie.

## Encuentran los restos del cañonero Tampico

A más de 40 metros de profundidad, la Semar y el INAH confirman la identidad del histórico buque hundido en combate hace 105 años.



## Cachorro congelado de 18,000 años

Investigadores de Estocolmo encontraron al animal, cerca del río Indigirka, al noreste de la ciudad más fría del mundo, Yakutsk.



## INSTAGRAM



## Hormiga de terciopelo

La hormiga panda (*Euspinolia militaris*) es una especie endémica de los bosques de Chile, de la región Coquimbo. Es conocida por poseer un poderoso veneno.



## Luz de noche

¿Sabías que la luz que emiten las luciérnagas (*Lampyridae*) es consecuencia de una reacción química bajo su abdomen?



## La casa de los tulipanes

Cultivados inicialmente en el Imperio otomano (hoy Turquía), los tulipanes se importaron a los Países Bajos en el siglo XVI.



## Lugar y vista perfectos

Kakslauttanen Arctic Glass es un resort ubicado en Saariselkä, Finlandia, donde pueden disfrutarse las majestuosas auroras boreales.



## Herramientas en el hielo

Las morsas (*Odobenus rosmarus*) utilizan los colmillos para sacar sus enormes cuerpos, que llegan a pesar entre 800 y 1,700 kg, del agua gélida.



# 1610



Galileo descubre con un telescopio las 4 grandes lunas de Júpiter:

Europa

Ganímedes

Io

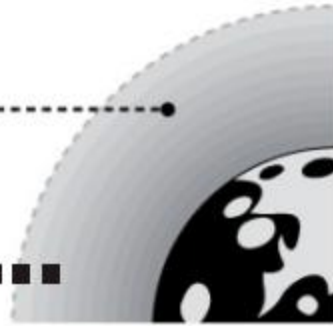
Calisto

# LUNAS

En el Sistema Solar hay cerca de **200** satélites naturales conocidos, algunos tan complejos como planetas

La atmósfera de Titán (Saturno) llega a una

altura de **600 km...**



**10** veces más que la de la Tierra



El océano subterráneo de Europa (Júpiter) podría tener

**2 veces** más agua que todos los mares terrestres juntos

**400 m/s**

Velocidad a la que surgen partículas de hielo y chorros de gas de los géiseres de Encélado (Saturno)



Phobos se acerca a

Marte a un ritmo de **1.8 m** por siglo.

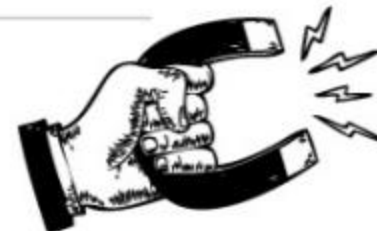
Su choque será en **50 millones** de años



**800 km**

Grosor de la capa de hielo que cubre Ganímedes (Júpiter), la mayor luna del Sistema Solar

Bergelmir (Saturno) es **2,124** veces más pequeña que la Tierra

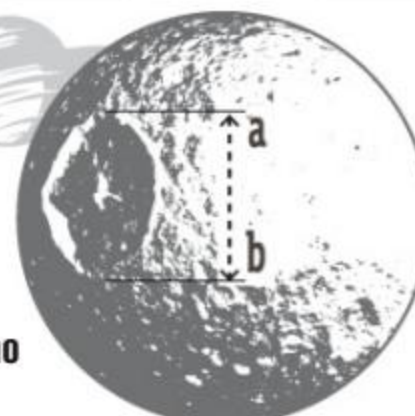


**1,000 kg**

Cantidad de materia arrancada de la luna lo cada segundo por el campo magnético de Júpiter

**130 km**

Diámetro del mayor cráter de Mimas: es **1/3** del diámetro de esta luna de Saturno



**82**

Número de lunas de Saturno, el planeta que más tiene.

Le sigue Júpiter, con **79**



# ¿CÓMO ES UN FÓRMULA E?

**E**n 2011, el empresario español Alejandro Agag y el presidente de la Federación Internacional del Automóvil, el francés Jean Todt, decidieron crear un campeonato internacional de monoplazas eléctricos con el objetivo de promover e investigar la electrificación de los coches. La primera carrera realizada fue en Pekín en 2014. La competición reúne hoy a 11 equipos y 22 pilotos que disputan 13 pruebas en 12 ciudades de los cinco continentes, y se llama ABB FIA Formula E Championship debido al patrocinio de ABB, una empresa de robótica. ¿Cómo son los vehículos participantes? **M**

## SU TECNOLOGÍA

Así son estos purasangres con cero emisiones.

**Tienen una potencia de 250 kW, equivalente a 335 CV**

### FRENOS

Los discos son de fibra de carbono.

Entrada para la recarga externa, que se hace antes de la carrera.

### ALERÓN MEJORADO

Los Fórmula E de primera generación llevaban un alerón convencional que aumentaba la carga aerodinámica para mayor estabilidad. Los nuevos (Gen2) lo han sustituido por un alerón más aerodinámico que mejora la autonomía del vehículo.

### MODO DE ATAQUE

Al pasar por la zona de activación del circuito, el piloto puede encender el sistema *attack mode*, que da al coche 25 kW (33 CV) de potencia adicional. Una hora antes de la carrera, la organización decide cuántas veces y cuánto tiempo puede usarse este recurso.

### ALTA PROTECCIÓN

El sistema de protección de cabina Halo es un aro de titanio con paredes de 4 mm de grosor. Soporta 125 toneladas (el peso de 14 coches de Fórmula E). Sus ledes brillan en azul cuando el piloto utiliza el modo de ataque.

Gracias a las baterías de McLaren, los autos pueden completar los **45 minutos** más una vuelta que dura una carrera sin pasar por boxes a que los recarguen de forma externa

Llantas de aluminio de 11 x 18 pulgadas

### RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Cuando un coche frena, se produce una energía que se pierde en forma de calor. Estos monoplazas poseen un sistema que transforma esa energía en electricidad para las baterías.

### BATERÍA

De iones de litio, tiene capacidad de 52 kilovatios/hora y pesa 390 kilos (casi la mitad del peso del coche). Se carga por completo en 45 minutos.

### NEUMÁTICOS

Todos son de Michelin y tienen 18 pulgadas. No hay distintos juegos en función de si el asfalto está seco o mojado ni variaciones de dureza. Cada piloto no puede utilizar más de cuatro neumáticos traseros nuevos y cuatro delanteros nuevos por evento.



5.16 metros



## POR DENTRO

Los 22 vehículos de la Fórmula E tienen chasis y baterías iguales. Las diferencias llegan en el motor, la suspensión y el software. Aquí van los datos del Audi e-tron FE05.

### SUSPENSIÓN TRASERA

Los amortiguadores ajustables permiten decidir el tipo de suspensión (más o menos dura).

### TRANSMISIÓN

No hay marchas: tiene una sola velocidad.

### PEGADO AL SUELO

La mayor parte de la carga aerodinámica —una fuerza vertical descendiente que proporciona agarre— se debe al enorme difusor trasero, que administra mejor el flujo de aire.



### VOLANTE

El piloto ve en su pantalla los datos del coche y se los comunica por radio a sus ingenieros. Con los botones controla funciones del vehículo.

### CHASÍS Y CARROCERÍA

Son de fibra de carbono y compuestos de polímero. El coche debe pesar un mínimo de 900 kg, piloto incluido.

### SIN DIRECCIÓN ASISTIDA

El volante es mucho más duro de manejar que el de los Fórmula 1.

### CÉLULA DE SEGURIDAD

Es segura en choques a más de 200 km/h.

### BATERÍA

Cuenta con el doble de la capacidad de almacenamiento de energía que los Fórmula E de primera generación. Tiene 200 células frente a las 165 de aquellos.

### MOTOR

El sistema de propulsión eficiente diseñado por Audi y Schaeffler funciona con corriente alterna y proporciona al monoplaza una potencia máxima de 200 kW (276 CV) en carrera y de 250 kW (335 CV) en entrenamientos y pruebas de calificación.

Columna de dirección

Amortiguadores

Llantas de aluminio de 9 x 18 pulgadas

Acelera de 0 a 100 km/h en 2.8 segundos

280 km/h

### MATERIALES

Predominan la fibra de carbono y el aluminio en estructura de nido de abeja.

### CARENADO ANTITURBULENCIAS

Las ruedas delanteras van muy protegidas, y la disposición y forma del carenado hacen circular el aire por los flancos del vehículo. Cuanto más estable y aerodinámico es el monoplaza, menor resulta su consumo de electricidad.

1.77 m

1.25 m



## ESPECIE DEL MES

## MANTIS RELIGIOSA

*Vespamantoida wherleyi*

**E**l doctor Gavin Svenson, del Museo de Historia Natural de Cleveland (EUA), y su equipo recolectaban insectos en el norte de Perú cuando se encontraron con la mantis religiosa que ves en la imagen. De inmediato Svenson, experto en estos insectos, notó ciertas peculiaridades que le hicieron

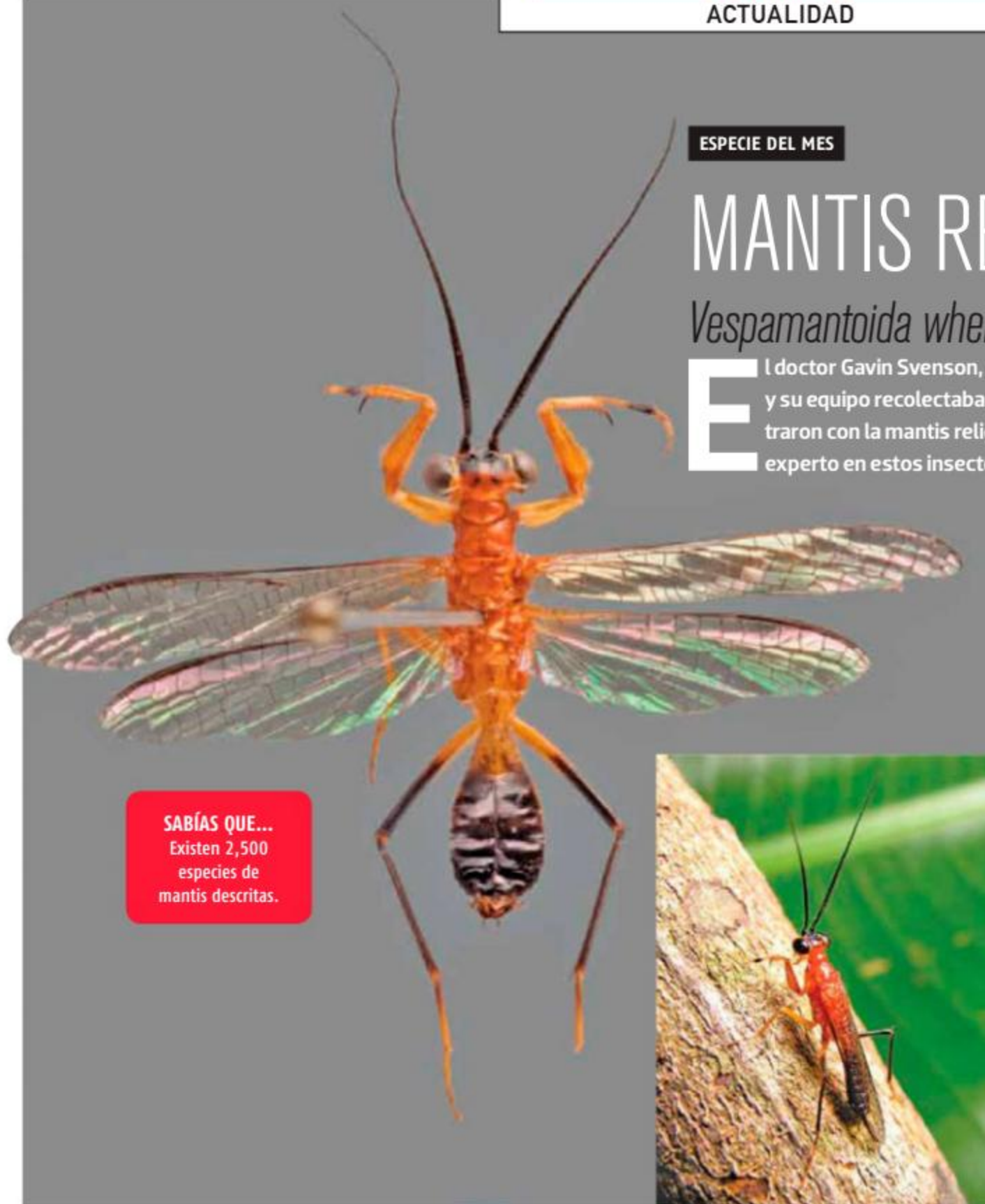
percatarse de que no pertenecía a una especie conocida: su color era rojo-naranja brillante con marcas negras simétricas y se movía erráticamente... casi como una avispa.

Al hacer estudios más profundos, relacionados con la morfología y fisiología del ejemplar, descubrieron que estaban en lo cierto. Esta mantis, en lugar de imitar a las hormigas como muchas otras hacen, finge ser una avispa tanto en su coloración como en su comportamiento y rasgos físicos.

Su hábitat se limita a la orilla sur del río Amazonas en el norte de Perú, y difiere de la especie más similar a ella por el color y la forma de las antenas. Su nombre, *Vespamantoida wherleyi*, está inspirado en el entomólogo Rick Wherley, del Museo de Historia Natural de Cleveland (EUA), quien ha enriquecido el contenido científico de dicho museo a través de imágenes y mejoras computacionales.

Fuentes: Museo de Historia Natural de Cleveland; peerj.com

**SABÍAS QUE...**  
Existen 2,500  
especies de  
mantis descritas.



## ACUICULTURA

## LINDO PESCADITO



**DESCONOCIDO.** Hasta ahora se ignoraban los orígenes de la acuicultura, un importante método de producción de peces para el consumo.

**H**ace 8,000 años todavía no se inventaba la escritura y la agricultura apenas se diversificaba en todo el mundo cuando en Jiahu, actual provincia de Henan, China, ya criaban peces para su consumo. Así lo sugiere una investigación internacional que sitúa ahí el origen de la acuicultura.

Hasta ahora se consideró que esta práctica, la cual aporta la mitad del total del

pescado que comemos, llegó mucho después de la domesticación animal, cuando hacia el año 1,500 a.C. los egipcios cultivaban tilapias entre los juncos del Nilo, pero los estanques y restos de mandíbulas de carpa común (*Cyprinus carpio*) hallados en Jiahu (6200 a 5700 a.C.) cuentan otra historia.



La gran cantidad de dientes de carpas jóvenes y maduras encontradas muestra que ya en el Neolítico su manejo era deliberado. Además, en aquella época otra especie de carpa, *Cyprinus longzhouensis*, era la especie naturalmente más abundante en la región, pero la prevalencia de *C. carpio* indica que ésta era preferida. Al parecer, los habitantes de Jiahu capturaban carpas durante la temporada de desove y mantenían algunas vivas en pequeños estanques para reproducirlas. En el otoño, una vez que alcanzaban cierto tamaño, "el agua era drenada y los peces (jóvenes y maduros) cosechados", señalan los investigadores. Fuente: biwahaku.jp

FOTOS: MARK HUDSON; RICK WHERLEY; GAVIN J. SVENSON; GETTY IMAGES



**MARVEL**

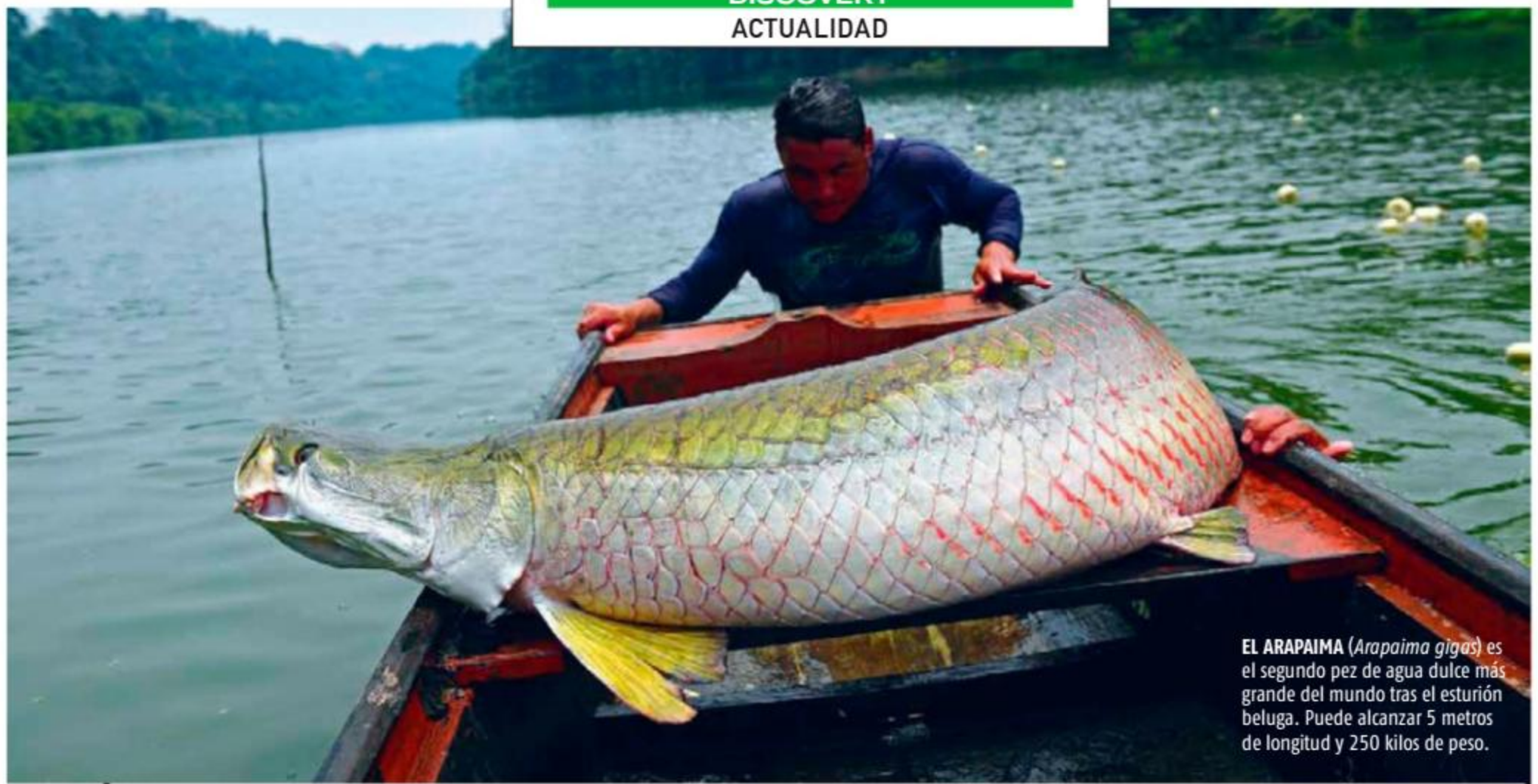
**SMASH**  
ENTERTAINMENT MAGAZINE  
#UnLibroUnaHistoria



**AHORA LAS HISTORIAS DE TUS PERSONAJES FAVORITOS  
DE PRINCIPIO A FIN EN UN SOLO LIBRO.**

**BÚSCALAS YA**  
[smashmexico.com.mx](http://smashmexico.com.mx)  
—    —





EL ARAPAIMA (*Arapaima gigas*) es el segundo pez de agua dulce más grande del mundo tras el esturión beluga. Puede alcanzar 5 metros de longitud y 250 kilos de peso.

DIVERSIDAD

# VOZ DE ALARMA POR LOS GIGANTES DE AGUA DULCE

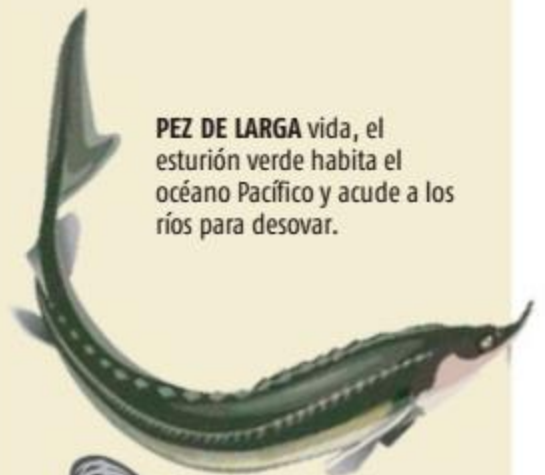
**A**unque los ríos y lagos sólo cubren aproximadamente 1% de la superficie de nuestro planeta, albergan un tercio de todas las especies de vertebrados existentes. Y, según parece, sus representantes más emblemáticos sufren una inquietante decadencia. Científicos del Instituto Leibniz de Ecología de Agua Dulce y Pesca Interior (IGB, por sus siglas en alemán) y otros expertos internacionales acaban de cuantificar el descenso de la megafauna de agua dulce: de 1970 a 2012 la población global de estos animales —los que pesan 30 kilogramos o más— disminuyó 88%, lo que supone el doble de la pérdida conjunta de vertebrados terrestres y marinos. Esto afecta sobre todo a aquellos grandes peces, como los esturiones, aunque también a delfines de río, castores, cocodrilos y tortugas gigantes, por mencionar algunos.

"Los resultados confirman los temores de los científicos sobre la protección de la biodiversidad de agua dulce", afirma Sonja Jähnig, autora principal del estudio y experta en los efectos del cambio climático en los ecosistemas de los ríos. La sobreexplotación es la principal amenaza para estas criaturas, a lo que se añade la desaparición de ríos que discurren libremente, puesto que el acceso a las zonas de desove y alimentación está bloqueado a menudo por presas artificiales.

**¡Ánimo, castores!** No obstante, existen amplias diferencias en las iniciativas de control y conservación a nivel mundial. Así, gracias a acciones específicas, las poblaciones de esturión verde (*Acipenser medirostris*), de castor americano (*Castor canadensis*) y otras 11 especies se han mantenido estables o incluso han aumentado en Estados Unidos. Y en Asia, la población del delfín del río Irawadi (*Orcaella brevirostris*), en la cuenca del Mekong, se ha incrementado por primera vez en 20 años. En lo que respecta a Europa, las estrategias de conservación eficientes y a gran escala parecen ser más difíciles de poner en práctica. Aun así, el castor euroasiático (*Castor fiber*) se ha reintroducido en muchas regiones donde había desaparecido. Por último, en Alemania, el IGB está trabajando junto a socios internacionales para reintroducir en el Viejo Continente el esturión europeo (*Acipenser sturio*) y el esturión del Atlántico (*Acipenser oxyrinchus*).

## FUERA DE PELIGRO

Las acciones de conservación han alejado de la extinción a estas tres especies fluviales:



**PEZ DE LARGA vida**, el esturión verde habita el océano Pacífico y acude a los ríos para desovar.



**EL CASTOR** euroasiático mide hasta un metro de longitud y pesa entre 11 y 30 kilogramos.



**CON ASPECTO** similar a una beluga, el delfín del río Irawadi presenta una cabeza grande y redondeada sin pico.



# SUSCRÍBETE

POR  
SÓLO \$399

(Precio regular \$540)

12 EJEMPLARES

ADEMÁS LLÉVATE DE REGALO  
UNA MOCHILA + EL ESPECIAL  
"LOS MEJORES JUEGOS Y PASATIEMPOS"



\*Imagen Ilustrativa

LLAMA AHORA  
800 222 2000

**muy**  
INTERESANTE  
**JUNIOR**

Pago en una sola exhibición de \$399. No aplican cancelaciones ni devoluciones. Aplican restricciones. Promoción válida al 31 de enero de 2020. Hasta agotar existencias. Precio sujeto cambio sin previo aviso. Atención a suscriptores: 800-REVISTA (738-47-82) de lunes a viernes de 8 a 19 hrs y sábados de 9 a 14 hrs.



PALEONTOLOGÍA

# VIEJO CARNÍVORO

**E**ra de menor tamaño que los enormes depredadores del Jurásico como el *T-Rex*, pero aun así este dinosaurio de tres metros de largo se coronó como el carnívoro más grande de su tiempo y en el carnívoro más antiguo del mundo. Fue nombrado por la ciencia *Gnathovorax cabreirai* y caminó sobre las tierras de Brasil durante el periodo Triásico, hace 230 millones de años.

Su esqueleto, bien conservado y bastante completo, fue encontrado en 2014 por investigadores de las universidades de São Paulo y de la Federal de Santa Maria (ambas en Brasil). Tras su análisis, los científicos descubrieron que pertenece a una familia llamada *Herreosauridae*, la cual también integra a otros saurios de edad similar encontrados en Brasil y Argentina; el último de ellos fue hallado en suelo carioca en 1936. Sin embargo, este último descubrimiento representa el espécimen más completo y mejor conservado que se haya desenterrado hasta ahora.

Las conclusiones indican que este carnívoro, que pesaba una tonelada, tenía dientes afilados y largas garras para capturar presas, y contaba con avanzadas características cerebrales relacionadas con el equilibrio y la visión, que lo convertían en un depredador activo.

Fuentes: Universidad Federal de Santa Maria; [peerj.com](http://peerj.com)

**SABÍAS QUE...** Su primer nombre significa "mandíbulas voraces" y el segundo hace referencia al paleontólogo Sérgio Furtado Cabreira, investigador principal del hallazgo.

## Entre huesos y dibujos

Una fotografía y su respectiva ilustración de cómo se encontraron los restos de este dinosaurio.



**EL ESQUELETO** estaba acostado sobre su lado derecho en un bloque rocoso. Las costillas se desgastaron por la exposición al ambiente antes de ser cubiertas por capas de lodo.



**LA ILUSTRACIÓN** de los huesos de *Gnathovorax cabreirai* (en amarillo) junto con restos de cinodontes (verde) que también fueron encontrados en el sitio.







SÍGUENOS  
COMENTA  
COMPARTE

---



/MuyInteresanteMexico



@MuyInteresanteM

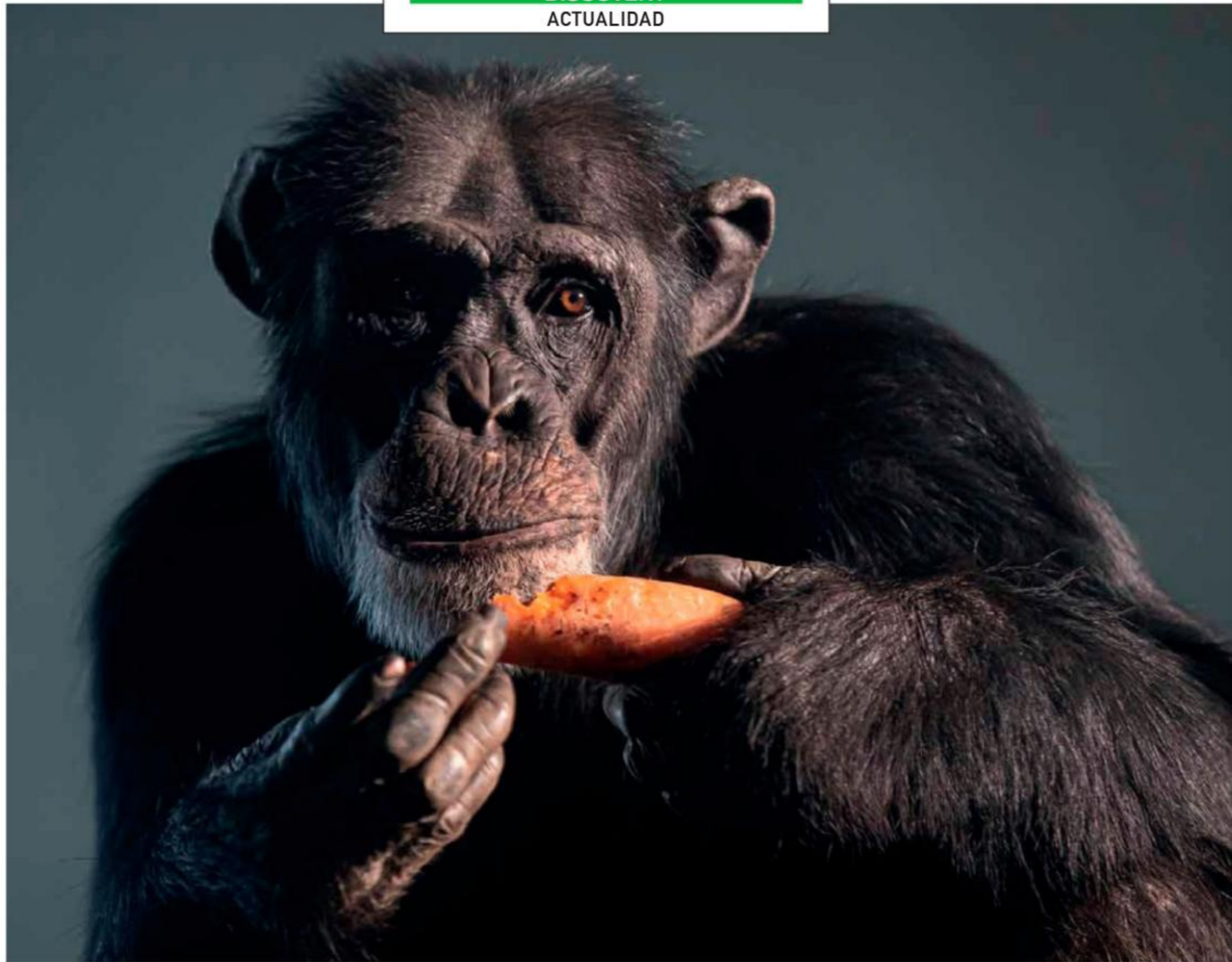


muyinteresantemx

---

**muy**  
INTERESANTE





## ETOLOGÍA

# PANTALLAS TÁCTILES

## PARA ESTUDIAR LA CONDUCTA DE LOS CHIMPANCÉS

**E**l zoológico de Edimburgo, en colaboración con la Universidad de St. Andrews, acaba de inaugurar una instalación científica muy innovadora a nivel tecnológico, con la que se pretende avanzar en el conocimiento científico de la cognición y el comportamiento de los chimpancés en múltiples aspectos: desde cómo piensan, aprenden e interactúan entre ellos y con su entorno hasta cómo resuelven problemas. Porque "estudiar a nuestros parientes primates vivos más cercanos [nuestra similitud

genética es de 98.77%] puede darnos pistas sobre cómo se desarrollaron nuestras capacidades cognitivas", explica el primatólogo Josep Call, profesor en St. Andrews y director de la denominada Unidad de Investigación Budongo (BRU, por sus siglas en inglés), que es una extensión del recinto del zoológico que alberga a 15 chimpancés, y el nombre se debe a su vinculación con la Reserva Forestal de Budongo (Uganda).

**Libre albedrío.** Las actividades son por completo voluntarias. Si los animales lo desean, tienen acceso a objetos como

rompecabezas en forma de caja —que a veces intentan resolver de forma individual y otras en equipo— y a tareas ligadas a una computadora. En este caso, pueden interactuar con una pantalla táctil y participar en juegos de memoria —para hacer parejas— o, en entornos simulados, moverse como en un videojuego. "Además de contribuir a la investigación, los juegos y acertijos aportan una dimensión mental estimulante para la vida de nuestros chimpancés", añade Charlotte Macdonald, de la Real Sociedad Zoológica de Escocia.





**SI LOS ANIMALES** encuentran una fruta virtual en uno de los juegos interactivos que los investigadores les proponen en una pantalla de computadora, se ven recompensados con una fruta real a cambio.



Por su parte, los científicos se comportan de manera no invasiva: se limitan a observar y registrar —a través de videos, tecnología de seguimiento ocular, grabación computarizada, pantallas táctiles e imágenes térmicas de sus rostros— la conducta de los animales. La información obtenida pretende contribuir a la protección y conservación de esta especie en peligro de extinción y de sus hábitats silvestres.

FOTOS: GETTY IMAGES

ASIRIOS

## VENCIDOS POR LA SEQUÍA

Una de las civilizaciones más poderosas del mundo antiguo fue el Imperio asirio. Su caída tuvo más causas que sólo la inestabilidad política, guerras civiles e invasiones de ejércitos babilonios o medos: el clima también fue culpable de ello, tal como asegura un estudio llevado a cabo por investigadores estadounidenses en colaboración con colegas chinos.

Dicho Imperio fue construido durante una época de fuertes lluvias y cosechas exitosas que formaban parte de uno de los periodos más húmedos, pero cuando una serie de sequías a largo plazo impactó en la región (donde ahora es el norte de Iraq), éste fue vulnerable a ellas. Las malas condiciones climáticas, que comenzaron décadas antes de lo que se pensaba, debilitaron la agricultura (su medio principal de vida y riqueza) e intensificaron el conflicto armado, llevando a los asirios a su final.

En el análisis, los científicos consideran que durante el mandato del rey Senaquerib, entre los años 705 y 681 a.C., el Imperio ya experimentaba las consecuencias de las sequías. Antes de su investigación creían que el mandatario tomó decisiones basadas sólo en objetivos políticos, poniendo por debajo la resistencia del pueblo a la sequía, pero ahora reconsideran esa idea y piensan que lo que en realidad trató de hacer fue justamente contrarrestar los efectos de ésta.

Fuentes: [cires.colorado.edu](https://cires.colorado.edu/); [advances.sciencemag.org](https://advances.sciencemag.org)











## A la caza del mamut

**H**ace aproximadamente 14,700 años, Tultepec (Estado de México) fue lugar de cacería y destazamiento de mamuts. Los huesos que ves en estas páginas forman parte de los 824 restos óseos de 14 ejemplares encontrados por un grupo de arqueólogos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) durante casi 10 meses de excavaciones. Éstos fueron hallados en lo que parecen ser dos trampas hondas con paredes verticales de 1.70 metros de profundidad y 25 metros de diámetro, las cuales servían para atrapar al animal y después matarlo con ayuda de lanzas. Los científicos consideran que este municipio mexiquense podría ingresar a la lista de los llamados Megasitios de Mamut; es decir, zonas con acumulaciones de huesos de estos animales. **M**





**ALIMENTA** tu curiosidad en Oaxaca. Por ejemplo, con un plato de chapulines (izquierda), los tejidos en Teotitlán del Valle (derecha) o con una visita al Jardín Etnobotánico (página siguiente), situado atrás de Santo Domingo (arriba).



FOTOS: GETTY IMAGES





# OAXACA, ARTE Y MEZCAL

Nunca terminas de conocer Oaxaca, porque siempre hallará formas nuevas de presentarte sus tradiciones. **Por José Valiñas**

**C**ada vez que escucho que Oaxaca es Patrimonio de la Humanidad pienso que hasta eso le queda corto: debería serlo del universo entero. La capital de esta entidad es inagotable, pero además hay infinidad de sitios de interés a sus afueras. Oaxaca es un lugar multifacético, concreto y etéreo, que al mismo tiempo es ancestral e insólitamente contemporáneo. Oaxaca ofrece cada vez algo nuevo por descubrir: un destino para explorar no ahora, sino siempre...

## Jardín Etnobotánico

En el antiguo huerto del convento de Santo Domingo, a unos pasos del Centro, se encuentra este jardín que preserva la diversidad de la vegetación del estado, con infinidad de especies endémicas. Estando ahí te sientes en otro tiempo, y el mero hecho de visitarlo es un aporte para el rescate de la esencia natural de nuestra nación.

El estanque de las cactáceas es un espacio hipnotizante en el que podemos reflejarnos en nuestro insondable pasado. El diseño y el rescate del lugar fue realizado por el mismo Francisco Toledo, en una de sus muchas aportaciones a su amada ciudad.

## ¿Qué tanto sabes de mezcal?

¿Sabes qué significa "espadín" y qué quieren decir cuando te ofrecen un mezcal "de pechuga"? Si no quieres que te sorprenda algún extranjero conociendo más que tú, lo mejor es hacer un recorrido mezcalero en la capital y sus alrededores. Puedes acudir a mezcalerías para ver con tus propios ojos el proceso de elaboración de esta bebida de dioses o hacer acto de presencia a bares como Cuish, Mezcaloteca, Sabina Sabe, In Situ o Marsala, en la terraza del hotel City Centro, en el pintoresco barrio de Jalatlaco. En todos ellos te ofrecerán deleitables degustaciones.

## Los mercados

"México es tierra de vasijas y cántaros, de frutas partidas bajo un enjambre de barro y los telares muestran el poderío asombroso de los dedos mexicanos, fecundos y eternos". Así describió Pablo Neruda su paso por los mercados mexicanos, y entre todos, el 20 de Noviembre y el Benito Juárez son de los más emblemáticos. Uno no puede sino maravillarse ante los colores, las texturas y el sabor indígena de cada producto y artesanía. Por favor no dejes de pedir chapulines al mojo de ajo, mole coloradito, chocolate con agua y nieve de rosas. **M**







# ESTALACTITA CUÁNTICA

Una computadora resuelve en minutos un cálculo que tomaría 10,000 años. ¿Qué sigue?



Por **Ángela Posada-Swafford**

[angela@angelaposadaswafford.com](mailto:angela@angelaposadaswafford.com)

**H**ace unos meses en Suiza, durante un congreso de periodismo científico, vi el modelo de demostración de la computadora cuántica de IBM, una hermosa estalactita dorada

más parecida a una escultura de arte pop que a una computadora. De inmediato recordé la descripción de Dan Brown en su libro *Origen*: "El objeto suspendido del techo medía metro y medio de largo y estaba compuesto por siete anillos horizontales, cuyo diámetro se reducía progresivamente de arriba hacia abajo, formando una columna de discos escalonados, unidos entre sí por unas barras delgadas y verticales. Ese espacio entre los anillos de metal bruñido estaba ocupado por una vaporosa red de delicados cables. Una neblina helada envolvía al aparato". El gran secreto del E-Wave, en la novela, era que la supercomputadora cuántica funcionaba como una mente bicameral: un cerebro artificial que imitaba al humano, dividido en dos hemisferios que, igual que en los humanos, empleaban enfoques distintos para la resolución de problemas.

En la vida real, las primeras computadoras cuánticas no tienen emociones que aplicar al resolver problemas –al menos hasta ahora–; pero sus logros, en específico el que anunció Google en octubre del año pasado, son dignos de asombro.

Google alcanzó algo llamado "supremacía cuántica", un avance que podría permitirle a nuevas generaciones de computadoras hacer cálculos a velocidades

Periodista científica egresada del Instituto Tecnológico de Massachusetts; autora de la colección de novelas de ciencia infantiles *Juntos en la aventura* y del libro ilustrado de viajes *Hielo: bitácora de una expedicionaria antártica*.


inconcebibles con la tecnología de hoy. Una máquina cuántica podría en un futuro posibilitar progresos gigantes en áreas como la inteligencia artificial y hacer que hasta las computadoras más poderosas del momento se vean como juguetes. Según el artículo que publicaron en *Nature*, el aparato de Google hizo en tres minutos y 20 segundos un cálculo matemático que las supercomputadoras no podrían completar en 10,000 años.

Eso suena maravilloso. Lo curioso es el nombre "supremacía cuántica", acuñado en 2012 por el físico teórico estadounidense de Caltech, John Preskill. Aunque Preskill estaba pensando en "supremacía" como un momento privilegiado en la historia de la tecnología de la información, el concepto demostró ser bastante controvertido. Por un lado, trae a la mente la fea cuestión de la supremacía blanca; y por el otro, enfatiza el discurso exagerado sobre el estatus de la nueva tecnología, en particular, en cuanto a lo que realizó y no realizó la nueva máquina durante la demostración.

El problema resuelto por la computadora de Google con asombrosa velocidad, explica Preskill en un artículo en la revista *Quanta*, fue cuidadosamente escogido para el propósito de la demostración de la superioridad de la computadora cuántica. No es un problema de interés práctico, sino una computación cuántica "con muy poca estructura, cuya respuesta no es muy informativa", dice. No obstante, la demostración es importante porque los ingenieros de Google comprobaron que entienden el aparato y verificaron el comportamiento del hardware.

Esto último es clave porque controlar una computadora cuántica es increíblemente difícil, pues gracias a la naturaleza de la cuántica, con el simple hecho de observar un sistema de éstos lo estamos alterando. Entonces, agrega, si uno quiere que un sistema cuántico guarde y procese información de forma confiable, el sistema debe estar perfecta y herméticamente aislado del mundo exterior. Pero al mismo tiempo es necesario que los qubits (los equivalentes a los bits de las computadoras normales) interactúen entre sí para procesar información. Además hay que controlar el sistema desde fuera y medir los qubits para enterarnos de los resultados.

Construir un sistema con todos esos retos es algo alucinante, una tarea que ha tomado años. "El equipo de Google aparentemente demostró que ahora es posible construir una máquina cuántica lo bastante grade como para resolver un problema que no podíamos solucionar".

Leo las palabras de Preskill y veo la gran estalactita dorada frente a mí. Me la imagino en el futuro, en un laboratorio de Estados Unidos, donde Trump acaba de dar el "ok" a The National Quantum Initiative, prometiendo invertir 1,200 millones de dólares en investigaciones cuánticas, incluyendo las computadoras. O quizás en China, en una recámara supersecreta, suspendida entre el cielo y el suelo, flotando en un éter negro y rodeada del halo misterioso del nitrógeno líquido. ¡Cada vez veo más relación entre la ciencia y el arte! 



## Se necesita más de un cerebro humano para crear una mente humana.

**Lisa Feldman Barrett** (nacida en 1963), psicóloga canadiense

La vida es química: nada más y nada menos. El funcionamiento del cerebro se comprende tan poco que se tiende a asociarlo a significados mágicos o místicos; pero químicamente el cerebro es una colección de cables e interruptores.

**Roger D. Kornberg**

(nacido en 1947),  
científico  
estadounidense

Es probable que no seamos otra cosa que títeres de nuestras neuronas y que todas nuestras decisiones sean producto de nuestra maquinaria cerebral.

**Ranulfo Romo** (nacido en 1954),  
médico y académico mexicano

Nuestros cerebros trabajan constante y exhaustivamente horas extra para darnos la ilusión de que tenemos el control, pero no lo tenemos. El cerebro construye una narrativa para estabilizarnos de un momento a otro.

**Nick Payne** (nacido en 1984),  
dramaturgo y  
guionista británico.



La mente es una función del cerebro. Lo que llamamos mente son todas las capacidades, no sólo la conciencia, sino la memoria, la atención... lo inconsciente. Todo lo que hace la mente se explica por las operaciones del cerebro. Pero aún no sabemos cómo lo hace.

**John Searle** (nacido en 1932), filósofo estadounidense

¿Cuál es el parásito más resistente?  
¿Las bacterias? ¿Los virus? ¿Un  
gusano intestinal? Una idea. Una vez  
que una idea se apodera del cerebro  
es casi imposible de erradicar.

**Inception** (2010),

dirigida por Christopher Nolan

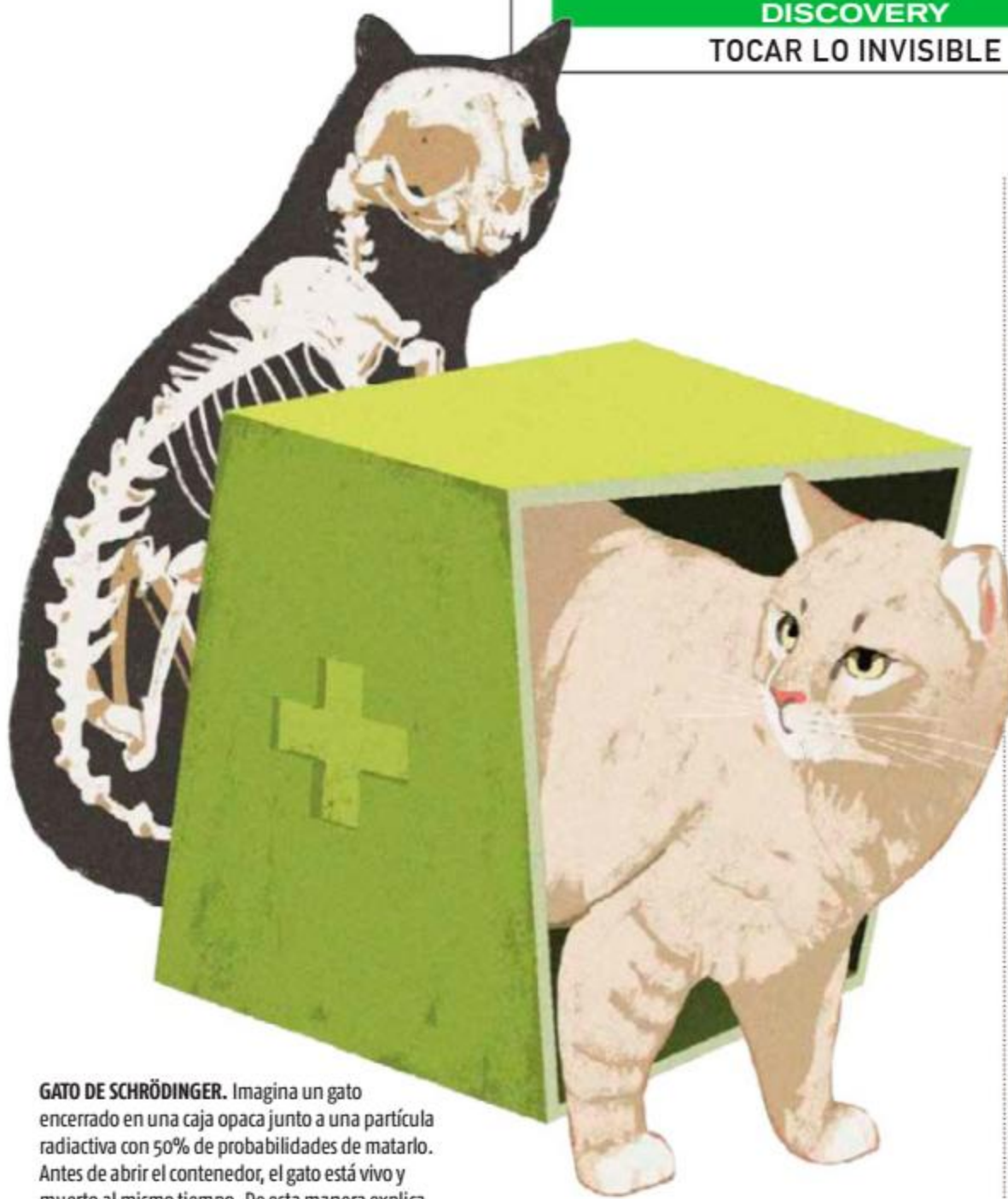
En el cerebro se ha encontrado una base física para todos nuestros pensamientos, aspiraciones, lenguaje, sentido de conciencia, creencias morales y todo lo que nos hace humanos.

**Sandra Blakeslee** (nacida en 1943),  
periodista de ciencia estadounidense

El cerebro es un órgano  
permanentemente inacabado, siempre  
en construcción y reconstrucción.

**David Bueno** (nacido en 1965), profesor de genética español





**GATO DE SCHRÖDINGER.** Imagina un gato encerrado en una caja opaca junto a una partícula radiactiva con 50% de probabilidades de matarlo. Antes de abrir el contenedor, el gato está vivo y muerto al mismo tiempo. De esta manera explica Erwin Schrödinger las paradojas de la física cuántica.

## GATO ENCERRADO

Estos bigotones dan claves para salir de nuestras cajas y ver nuevos horizontes.



Por **José Gordon**

**E**n los siglos XVI y XVII se le llamaba "gato" a una pequeña bolsa en donde se guardaban monedas. Se escondían entre las ropas o se resguardaban en casa para evitar que los "gatos" fueran robados. Así, para los amantes de lo ajeno era esencial descubrir si había "gato encerrado", una riqueza oculta.

Cuando hoy en día se utiliza esta expresión, se alude a que hay un secreto o misterio, pero también podría significar que, literalmente hay un gato que, quizá como nosotros mismos, vive dentro de una caja que le impide apreciar todo lo que podría ver. Hace algunos años el neurofisiólogo Robert Keith Wallace me advirtió de esta posibilidad al hablarme de un experimento científico realizado por David

Divulgador de la ciencia y conductor del programa **La oveja eléctrica**, que se transmite los martes a las 21:30 horas por Canal 22. [imaginantes.tv](http://imaginantes.tv)

## BOQUETES EN LA CAJA

**¿**Cómo salir de las cajas de las palabras que limitan nuestras experiencias? La buena literatura permite leer entre líneas y recuperar el encanto y riqueza de palabras que hacen un agujero o boquete en la caja y nos abren los diferentes matices de cada término, percibir lo que no se puede ver; abrir, como en una cebolla, capas más finas de las emociones: "Mundos ingravidos y sutiles como pompas de jabón", decía Antonio Machado.

La ciencia también hace boquetes en las cajas perceptuales en las que estamos encerrados y nos permite leer entre líneas y explorar estratos cada vez más finos de la naturaleza. Así, mediante la imaginación matemática, científica y tecnológica, extendemos nuestros ojos para hacer un viaje cósmico y asomarnos a lo que no podíamos ver: desde las orillas del Big Bang, del origen del Universo, hasta a un mundo de partículas subatómicas que desafía nuestra lógica.



**EN EL ESPACIO.** En 1963, la francesa Félicette se convirtió en el único gato (o gatita) en viajar al espacio exterior. A diferencia de la perra Laika, ella sí regresó con vida a la Tierra, ayudada por un paracaídas.

Hubel y Torsten Wiesel, investigadores que obtuvieron el Premio Nobel de Medicina en 1981. Resulta que cuando los gatos acaban de nacer no tienen desarrollados los nervios ópticos. Parafraseando al poeta Antonio Machado: "Se hace mirada al mirar".

En este marco, los primeros días en que los gatos abren los ojos son clave para terminar los circuitos que posibilitan la capacidad de ver. Siendo esto así, a Hubel y Wiesel se les ocurrió realizar un experimento un tanto cruel: en esos momentos críticos para desarrollar la visión, colocaron a los gatitos en entornos cuidadosamente controlados. A un grupo se le puso en una caja blanca por completo; otro grupo de felinos fue introducido en una caja con paredes blancas atravesadas con líneas verticales negras y a un tercer grupo se le metió en una caja donde sólo podían ver líneas horizontales.

Cuando se sacó a los animales de estas cajas los resultados fueron los siguientes: aquellos dentro de la caja blanca sufrían desorientación, no podían relacionarse correctamente con ningún objeto; los que estuvieron expuestos nada más a líneas verticales ya no podían percibir los objetos que tenían una posición horizontal; y los que sólo vieron líneas horizontales,



El ensayista francés Gaston Bachelard afirmaba que imaginar implica ir más allá de imágenes primeras. En el caso del experimento de los gatos recién nacidos, como ya vimos, sus imágenes primeras eran muy limitadas. En ese contexto, imaginar requeriría una gran creatividad para ver más allá de las líneas horizontales o verticales que forjaron su percepción. Los ojos humanos: necesitamos una gran creatividad para romper los prejuicios, paradigmas o formas tradicionales del conocimiento y la belleza. Tenemos que ir más allá de las imágenes primeras para descubrir y fotografiar un agujero negro o para descubrir con Octavio Paz que al cerrar los ojos logramos percibir un "follaje rojo" que se abre al ser nombrado.

Ideas como éstas han sido recogidas en mi libro *Gato encerrado* que, en su pequeña

fábula, lleva implícita una invitación para descubrir que la creatividad e imaginación no se limitan a su formulación en un libro tradicional, también pueden abrirse, hacer "pop" como una botella que se destapa, y volar —hacer "up"— para salirse de esas cajas y encarnar en la vida cotidiana.

Hace unos días leí en el periódico una historia que ejemplifica este proceso. En una escuela en Tamaulipas, un niño presumía a sus amigos que había perdido un diente y que el "ratón" le daría una recompensa. El niño exhibía su "joya" lleno del regocijo anticipado que trata de compensar un poco el dolor de estar chumelo. Poco antes de regresar a casa, el niño se dio cuenta de que había perdido su diente. Empezó a llorar. El director del colegio observaba atento lo que estaba pasando. Decidió hacer algo para romper los límites de

la triste situación: escribió un oficio para dejar constancia de lo que le había pasado al niño. El documento se titulaba "Pérdida de diente de leche" y decía lo siguiente:

"Se deja constancia de que al alumno Mateo Kalel se le cayó el diente y en la salida lo extravió, siendo el maestro Ernesto Terán testigo de la existencia del mismo. Se expide el presente certificado para dar testimonio ante el señor Ratón Pérez o Hada de los Dientes, para cualquiera de los dos que se presente, ya que Mateo dejará esta nota como prueba debajo de su almohada esta noche".

A la mañana siguiente el niño llegó muy feliz. Le contaba a sus amigos que había recibido el regalo esperado. El obsequio fue el de un maestro que con gran creatividad y compasión había abierto un boquete en la caja de lo que debía haber pasado.



**EXPLORADOR.** Mrs. Chippy (gato macho a pesar de su nombre) mantuvo libre de roedores el barco *Endurance*, en la expedición de Ernest Shackleton por la Antártica en 1914. Tiene su propio monumento junto a la tumba de su dueño en vida, Harry McNish.



**ELÉCTRICO.** El científico Nikola Tesla quedó fascinado con la electricidad cuando, de niño, acarició a contrapelo a su gato Mácak y vio y escuchó la lluvia de chispas que eso provocó. Ya de grande, desarrolló tecnología para utilizar mejor la energía eléctrica.

siempre se tropezaban con las patas de las sillas y las mesas. ¡Ya no podían apreciar lo vertical!

Esto me recuerda a la película *La rosa púrpura del Cairo*, en donde un personaje de la cinta de Woody Allen se sale de la pantalla para conocer un mundo de tres dimensiones que está más allá de aquel donde vivía.

Cuando vemos estos relatos surge la pregunta: ¿estamos también los seres humanos encerrados en una suerte de caja? Hay varios datos que sugieren que estamos delimitados en nuestra capacidad de apreciar lo que nos rodea. Cuando miramos un árbol, por ejemplo, estamos sintonizando apenas un canal de la banda del radio que es el mundo. Hoy en día, los físicos estiman que nuestros sentidos eligen menos de un milmillonésimo de las ondas de energía y partículas que nos rodean. Esto quiere decir que muchos de los objetos fuera del cerebro no existen para nosotros, no porque sean irreales, sino más bien no hemos establecido las conexiones interneuronales para percibirlos.

En este marco, incluso los objetos que podemos ver no pueden distinguirse bien si nuestra cultura no nos ha expuesto por completo a ellos. Si nos hallamos en una especie de caja "tropical" no tenemos los matices

## Tal vez si vivimos en el trópico no percibimos lo que ven los esquimales.

para percibir lo que pueden ver, por ejemplo, los inuit. Esto se refleja en el lenguaje: la cultura inuit tiene muchos nombres para identificar lo que nosotros a secas llamamos nieve, tales como "nieve en el suelo", "nieve en el aire", "nieve endurecida", "ráfaga de nieve", "nieve fundida" o "nieve gelificada".

El novelista David Grossman cuenta que cuando su hijo dijo su primera palabra —luz— se sintió feliz al ver que su desarrollo era sano y normal. Se abrió un nuevo mundo al lograr nombrarlo. A la vez, Grossman sintió una ligera tristeza, pues había algo que su hijo perdía. La palabra dejaba de nombrar las diferentes clases de luces: la luz que cae en una camisa, la que se filtra por una cortina, la que se fragmenta en unas persianas, la que se demora en el cristal de un vaso... Y añade: "Toda esa diversidad se coloca en una pequeña palabra, en una pequeña caja, y uno olvida todas las entidades de luz a las que se exponía antes de tener esta expresión". **M**



NEUROCIENCIA

# TU CEREBRO CUÁN TI

Algunos investigadores sostienen que nuestra capacidad de razonar, interpretar e imaginar sólo pueden explicarse satisfactoriamente si tales fenómenos cognitivos se basaran en procesos cuánticos. Es más: hay expertos que mantienen que el funcionamiento de nuestro cerebro se ajusta como un guante a los principios de la física de lo diminuto.

Por Joana Branco





# CO

**NUESTRA ACTIVIDAD** mental emana de los 100,000 millones de neuronas que pueblan nuestro encéfalo y las conexiones sinápticas que ocurren entre ellas. Según algunos científicos, esa comunicación surge a partir de interacciones cuánticas que se desencadenan en el interior de las células nerviosas.



A

dentarnos en el mundo de la mecánica cuántica es aceptar desde el principio que tratamos con una materia muy difícil de comprender. Formulada para explicar el mundo de lo muy pequeño –partículas subatómicas que no vemos ni, seamos honestos, entendemos bien–, esta disciplina de la física recurre a formalismos matemáticos extremadamente enrevesados que, en

ocasiones, describen fenómenos que no parecen tener lógica. Como consecuencia, es un campo en el cual prosperan todo tipo de sinsentidos, teorías *new age*, terapias alternativas, pseudomedicinas y explicaciones delirantes para todo tipo de portentos cuyo funcionamiento todavía se nos escapa.

Por ello, cuando descubrimos que existen neurobiólogos y psicólogos que tratan de explicar la consciencia humana –uno de los grandes misterios de la ciencia– a partir de distintos tipos de interacciones cuánticas, es normal que salten todas las alarmas.

La última década, en concreto, no ha sido fácil para la psicología. Acusada de falta de rigor científico y con una cantidad inconmensurable de estudios imposibles de reproducir –una condición indispensable para que se les otorgue credibilidad–, esta disciplina ha sufrido lo suyo. Y aun así, un grupo cada vez más nutrido de investigadores está convencido de que nada más podemos explicar lo que nos pasa por la cabeza si “bajamos al mundo cuántico”.

Para estos expertos, el menor de nuestros pensamientos, el raciocinio que subyace tras una toma de decisiones, las asociaciones de ideas que nos permiten interpretar el mundo que nos rodea, las reflexiones que pueblan nuestra mente e incluso la imaginación son procesos que no se ajustan a los principios de la lógica clásica, sino que son

de naturaleza cuántica. De ser cierto, tal planteamiento podría revolucionar todas las ciencias y el saber humano, desde la economía hasta la sociología.

No es la primera vez que una disciplina ajena a la física coquetea con este asunto. En los años 80 del siglo pasado, el célebre cosmólogo británico Roger Penrose –del que hablaremos después– ya postuló que nuestro encéfalo se comporta como una computadora cuántica. Los psicólogos, sin embargo, no se centran tanto en las posibles bases neurofisiológicas de este fenómeno.

**Jerome Busemeyer, uno de los pioneros en este campo, es tajante al respecto:** “No afirmamos que el cerebro sea una computadora cuántica; en realidad, lo que hacemos es emplear procesos cuánticos para describir fenómenos cognitivos”, señala. Dicho de otro modo, y tal como explicó el mismo experto en psicología matemática de la Universidad de Indiana (EUA) a la revista *Science & Vie*, cuando se habla de psicología cuántica no nos estamos refiriendo al funcionamiento biológico de las neuronas, sino al modo en que nuestro encéfalo procesa la información para, en última instancia, construir los pensamientos.

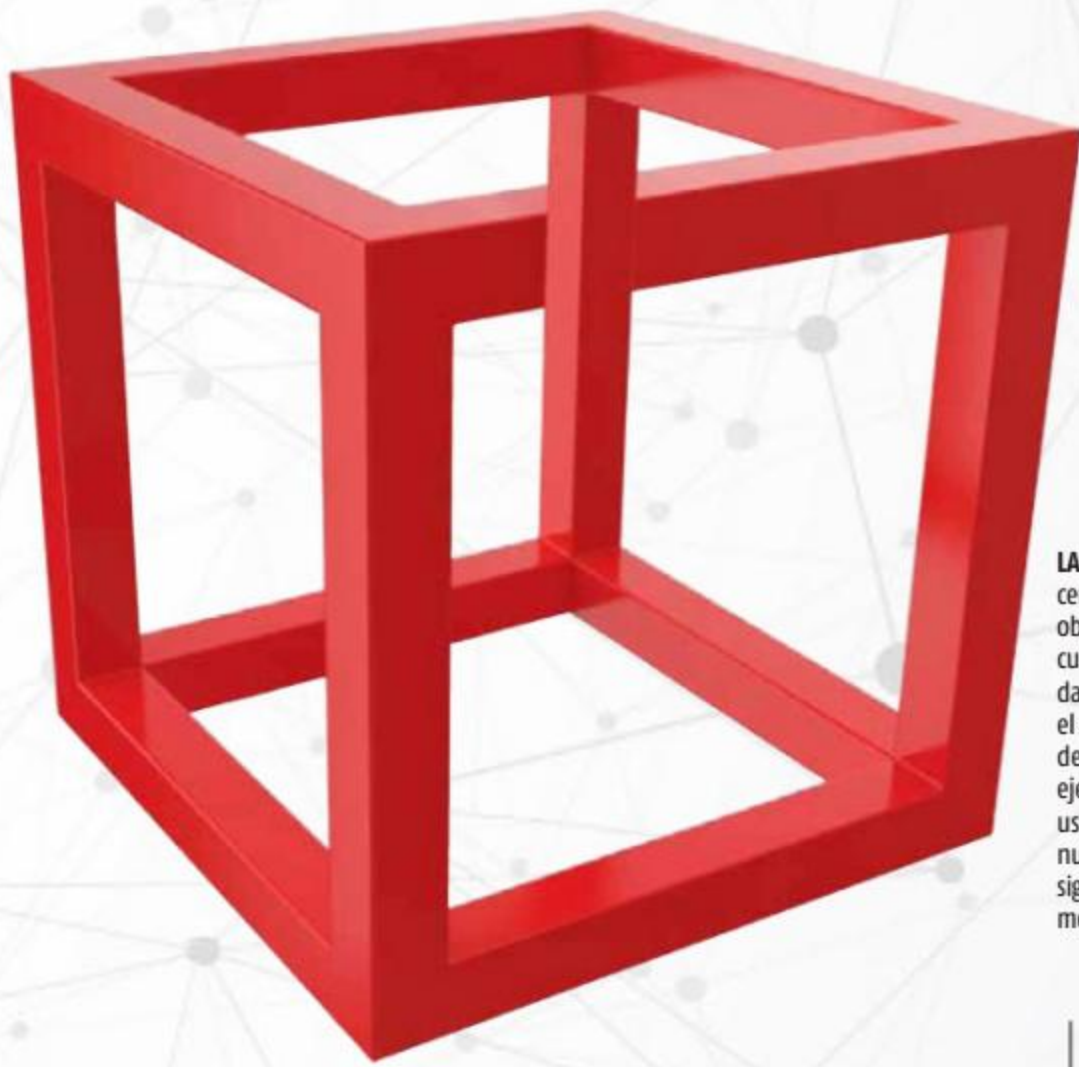
Pero ¿qué diferencia esta novedosa aproximación de las posturas más convencionales? Ilustrémoslo con un ejemplo. Nos encontramos en un restaurante y el camarero pide que elijamos entre tomar agua o vino. Según la psicología clásica, nuestra opinión sobre el tema está perfectamente definida en todo momento,

## EN ALGUNOS EXPERIMENTOS, EL FUNCIONAMIENTO



FOTOS: GETTY IMAGES, GROSSBY GROUP, SHUTTERSTOCK





**LA FORMA** en que nuestro cerebro reacciona cuando observamos el imposible cubo de Necker –izquierda– o trata de dilucidar el significado de un juego de palabras –derecha, un ejemplo, en inglés– se suele usar para argumentar que nuestros procesos cognitivos siguen los principios de la mecánica cuántica.



incluso si nos enfrentamos a un dilema y no sabemos bien qué nos apetece beber. Tomar una decisión depende únicamente de definir nuestra preferencia al respecto.

Sin embargo, según la psicología cuántica, en nuestro cerebro no existe una única respuesta a la pregunta, sino que se dan todas a la vez –una superposición de estados–. Esto es, nos sentimos atraídos por el agua y seriamente tentados por el vino (aunque tengamos que conducir), justo en la misma medida; vacilamos a la perfección entre ambas cosas. ¿Confuso? No es para menos.

**De hecho, hay investigadores que sostienen que sólo la mecánica cuántica logra explicar la complejidad de la mente humana** y que nada más teniéndola en cuenta pueden aclararse ciertos resultados experimentales que, de otro modo, no tendrían sentido. Existen multitud de ensayos en los que nuestra cabeza parece desafiar la lógica clásica, y su número aumenta a medida que más expertos se interesan por este campo. Uno de ellos, llevado a cabo en la década de los años 90, consiste en un juego de dados. En él se indica a los jugadores que tienen 50%

de probabilidades de ganar 200 euros y 50% de perder 100. Se lanzan los

## DE NUESTRA MENTE NO PARECE CEÑIRSE A LA LÓGICA CLÁSICA.

**CADA VEZ QUE TOMAMOS** una decisión, sopesamos simultáneamente distintas posibilidades, pero sólo optamos por una cuando la consideramos conscientemente, más o menos como sucede en el fenómeno de la superposición cuántica.



dados y se pregunta a los participantes si quieren volver a jugar, aunque sólo a algunas personas se les informa el resultado de su primera tirada.

Pues bien, alrededor de 70% de aquellos a los que se les había dicho que habían ganado la primera vez decidieron repetir y 60% de los individuos a quienes se les había indicado que habían perdido también quisieron hacerlo de nuevo. Sólo 35% de aquellos a los que no se les dijo nada lo hicieron. Según la lógica clásica, este último porcentaje debería haber sido el promedio de los dos primeros, pero no lo es. Para los expertos, tales resultados son consistentes con la metodología cuántica.

Según explica en las páginas de *Science & Vie* el psicólogo Peter Bruza, de la Universidad Tecnológica de Queensland (Australia), “el participante que no sabe si ha ganado está en un estado de superposición. Puede haberse impuesto la primera vez o puede haber perdido. Un término de interferencia se añade a las probabilidades clásicas, lo que modifica su decisión y encaja perfectamente con los resultados experimentales [en la teoría cuántica, el concepto de interferencia afirma que las partículas se encuentran en varios lugares a la vez, hasta el punto de que pueden cruzar su propia trayectoria y obstruirla]”. ▶



# 1 NEURONAS

La hipótesis más extendida mantiene que la consciencia aparece a partir del intercambio de señales electroquímicas que se da entre los 100,000 millones de neuronas de nuestro cerebro.

# 4 BIOORDENADORES

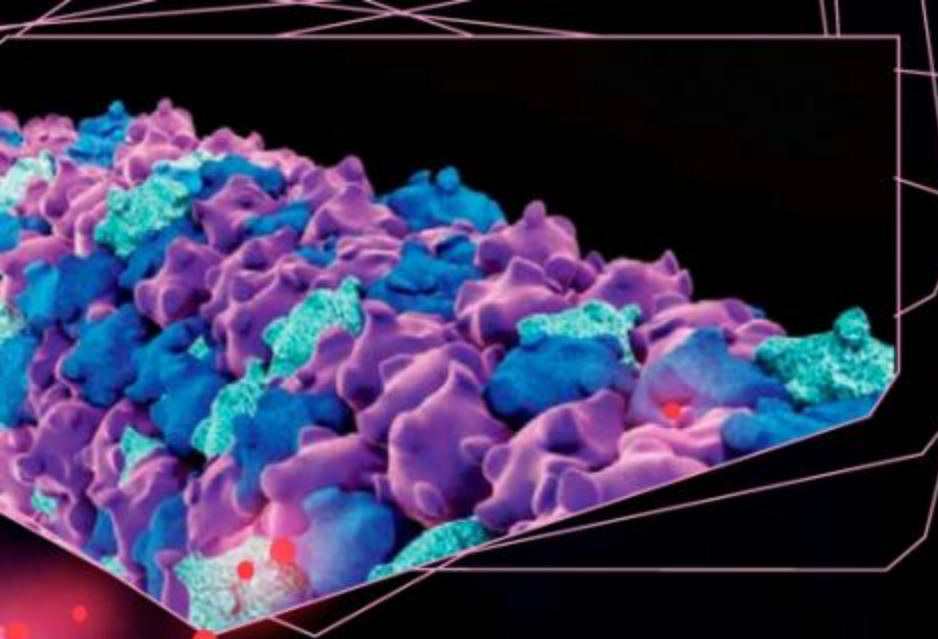
Algunos expertos sostienen que, cada nanosegundo, las tubulinas pueden presentarse en un estado abierto o cerrado, según los principios de la mecánica cuántica, por lo que funcionan como computadoras microscópicas.

# 5 CONSCIENCIA

Quienes defienden que en nuestro encéfalo se dan fenómenos cuánticos señalan que la consciencia surge debido a la actividad combinada de los microtúbulos. En cada neurona, ésta equivaldría a una potencia de cálculo de 1,000 billones de operaciones por segundo.

# MICROTÚBULOS: LOS CONDUCTOS CUÁNTICOS QUE PODRÍAN ORIGINAR LA CONSCIENCIA





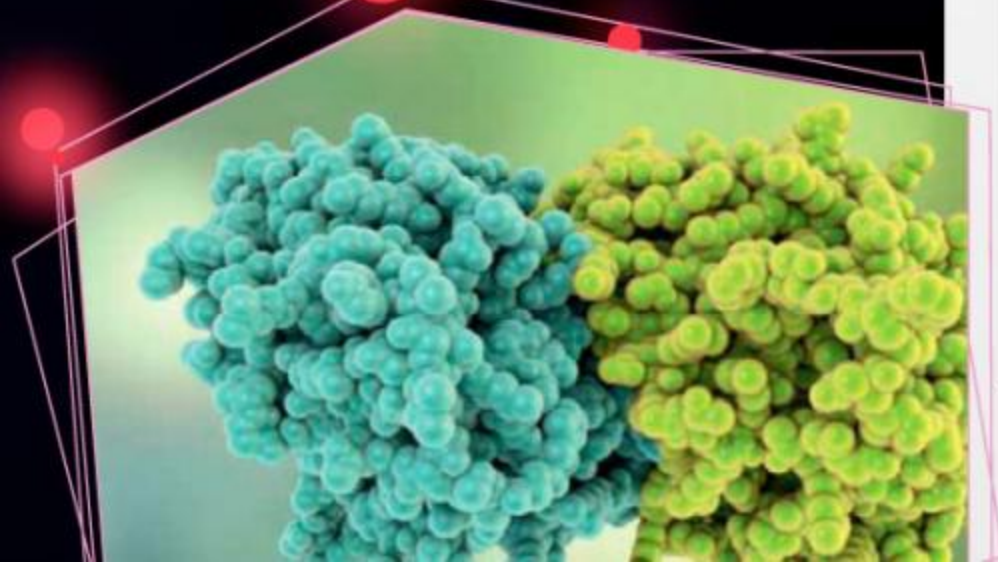
## 2 MICROTÚBULOS

Pero para Roger Penrose y Stuart Hameroff, la clave se encuentra en unos pequeños polímeros cilíndricos llamados microtúbulos. En cada neurona hay cientos de ellos.



## 3 TUBULINAS

Cada microtúbulo contiene millones de subunidades proteicas que reciben el nombre de tubulinas. Éstas se organizan en una especie de retícula molecular.



◀ En la misma dirección apunta otro experimento diseñado por el mencionado Busemeyer junto con los psicólogos Timothy Pleskac y Peter Kvam, que se conoce como la prueba de los puntos en movimiento: consiste en observar unos puntos en una pantalla. La mayoría se mueve al azar y un pequeño porcentaje está programado para hacerlo en idéntico sentido. A unos voluntarios se les indica que decidan si se desplazan más hacia la derecha o hacia la izquierda y que evalúen su grado de certeza; a algunos se les pide su opinión a mitad del test.

El resultado, publicado en la revista *Proceeding of the National Academy of Sciences* (PNAS), muestra que de nueve personas que participaron en 25,000 ensayos, las que se vieron forzadas a tomar una decisión a mitad del ensayo tuvieron menos confianza en su juicio que las demás.

Para los responsables de la prueba, este dato demuestra que nuestras opiniones no se encuentran siempre en un estado bien definido –como establece el modelo clásico–, sino que están en superposición y que se reducen a una sola durante el proceso de toma de decisiones. De esa forma, cuando esto tiene lugar a mitad del experimento, la respuesta se transforma, lo que afecta al resultado final.

Según el modelo cuántico, quienes no se han visto forzados a elegir en un momento intermedio tienden a tomar decisiones de forma más clara; es decir, la susodicha elección intermedia interfiere con el juicio posterior. Para los expertos, el ensayo también demuestra entonces que vivimos en estados mentales superpuestos entre sí.

Pero, además de superponerse, ¿pueden nuestros pensamientos entrelazarse, tal como ocurre con las partículas en el mundo cuántico? Para estudiar si dicha peculiaridad se manifiesta en nuestra mente, se ideó el denominado test de los champiñones. En esencia, consiste en responder tres preguntas en apariencia sencillas: ¿un champiñón es una fruta?, ¿es una verdura?, ¿es una fruta o una verdura?

Los resultados obtenidos en los años 80 por el psicólogo James Hampton revelaron que nadie consideraba que el champiñón fuese una fruta. Uno de cada dos encuestados, sin embargo, contestó que era una verdura, pero 90% señaló que “era una fruta o una verdura”. Es decir, la inmensa mayoría consideraba que debía ser una de esas dos cosas, un resultado que, según Diederik Aerts, físico teórico de la Universidad Libre de Bruselas (Bélgica), revela que nuestros pensamientos pueden entrelazarse: ante la ambigüedad, la categoría “frutas o verduras” no se reduce a la suma de sus dos subcategorías.

**El que probablemente es el experimento más antiguo en el que se ha intentado introducir la mecánica cuántica se basa en el denominado cubo de Necker.** El cristalógrafo suizo Louis Albert Necker mostró esta ilusión óptica en 1832. Como su nombre indica, se trata de un cubo, dibujado con trazos lineales, pero de un modo muy peculiar: el observador puede determinar que su lado frontal es el lado superior derecho, pero también el lado inferior izquierdo. Se trata de una figura ambigua que, según los psicólogos cuánticos, es posible interpretar alternativamente de una manera u otra, una muestra de lo que se conoce como percepción biestable. ▶



◀ Este concepto, propuesto por Harald Atmanspacher y Thomas Filk, señala en esencia que la percepción es una oscilación entre dos estados inestables, un sistema dinámico bien conocido por los físicos cuánticos. Según estos científicos, es incluso posible deducir la velocidad a la que se capta cada estado del cubo -30 milisegundos- y el periodo en el que oscila la percepción -tres segundos-.

Otro fenómeno que parece tener fundamentos cuánticos es nuestro sentido del humor, un asunto en el que se dan procesos cognitivos muy complejos para el cual resulta muy difícil por igual crear modelos. De hecho, se trata de una de las capacidades más flexibles de la mente humana. Sin embargo, según un experimento llevado a cabo por Liane Gabora y Kirsty Kitto, de las universidades de Columbia Británica, en Canadá, y tecnológica de Queensland, en Australia, respectivamente, las bases del humor se sostienen en fórmulas matemáticas de la teoría cuántica.

Tomemos, por ejemplo, esta frase en inglés: “*Time flies like an arrow; fruit flies like bananas*”. En castellano, se traduce así: “El tiempo vuela como una flecha; a la mosca de la fruta le gustan los plátanos”. Este dicho, famoso para los psicólogos angloparlantes que estudian nuestro ingenio, representa a la perfección una característica intrínseca del humor: la mencionada ambigüedad.

La cuestión es que las palabras *flies* y *like* tienen dos acepciones distintas. *Flies* puede significar “vuela” y “mosca”; también es posible entender *like* como “gustan” y “como”. Por ello entran en conflicto en la mente del lector, un fenómeno que, según los expertos, es la clave del humor.

Por separado, las dos frases anteriores no tienen gracia. Sólo adquieren las características de un chiste cuando el significado de la primera choca con el de la segunda. En este caso, el cerebro asimila primero que el tiempo vuela (*flies*) como

## PARA CAPTAR LOS DOBLES SENTIDOS DE LOS QUE SURGE EL HUMOR, EL CEREBRO DEBE LIDIAR CON PROCESOS TÍPICOS DE LA FÍSICA CUÁNTICA.

(*like*) una flecha. Después, al leer la segunda frase, cae en una lectura errónea, hasta que asimila de golpe que a las moscas de la fruta (*flies*) les gustan (*like*) los plátanos.

Para las autoras de este estudio, el conflicto necesario para que surja el humor obliga al cerebro a contemplar ambos significados de la segunda frase a la vez. O sea, debe encontrarse en un estado de superposición cuántica.

De la misma forma que una superposición entre partículas colapsa cuando se mide y el objeto en cuestión adquiere una única posición, el hecho de entender un chiste se debe a que el cerebro opta por una de las posibles interpretaciones de la frase, lo que resuelve el conflicto. Esta especie de pensamiento dual es compatible con los formalismos matemáticos de la física



de lo muy pequeño, pero ¿podría nuestro órgano pensante ser en realidad una auténtica computadora cuántica? ¿Cuáles son las bases neuronales que le permitirían funcionar como una de tales ingenios?

**Hace más de 30 años que Roger Penrose y Stuart Hameroff presentaron su teoría cuántica de la consciencia.** Para Penrose y su colega, psicólogo de la Universidad de Arizona (EUA), unas minúsculas unidades del citoesqueleto celular conocidas como microtúbulos actuarían como canales de transferencia de información cuántica. Serían, por tanto, las responsables de que se manifieste la consciencia humana.

A pesar de los complejos cálculos desarrollados por Penrose para sostener esta hipótesis, carece de pruebas fehacientes que la avalen y la comunidad científica la ha considerado como algo por demás especulativo.

Sin embargo, a lo largo de las últimas décadas, cada vez que se descubre la implicación de fenómenos cuánticos en sistemas vivos -algo que sucede en la fotosíntesis, el funcionamiento de las enzimas, el olfato o el sistema de orientación biológico que utilizan ciertas especies de aves en sus migraciones-, alguien se acuerda de mencionar la propuesta de Penrose y Hameroff. ▶



# LOS 'MILAGROS' DE LOS ESTADOS CUÁNTICOS

**S**umamente frágiles y con una existencia subordinada a unas condiciones muy específicas, los estados cuánticos explican el mundo de lo más pequeño, un entorno extraño donde las reglas de la lógica parecen carecer de sentido pero que, según los últimos estudios, pueden tener una enorme influencia en nuestras vidas.

■ **Entrelazamiento.** Definido por Einstein como "una espeluznante acción a distancia", este estado implica que algunas partículas, aunque separadas en el espacio, permanecen misteriosamente conectadas y reaccionan como si siguieran juntas. Esta noción entra en contradicción con la física clásica, que afirma que un objeto sólo puede ser influido por lo que lo rodea.

■ **Dualidad onda-partícula.** Los electrones pueden comportarse a la vez como partículas y como ondas. En realidad no son ni una cosa ni la otra, sino algo que puede ser detectado en unas ocasiones como una onda y en otros contextos como una partícula, pero que no sabemos observar satisfactoriamente de ninguna otra forma.

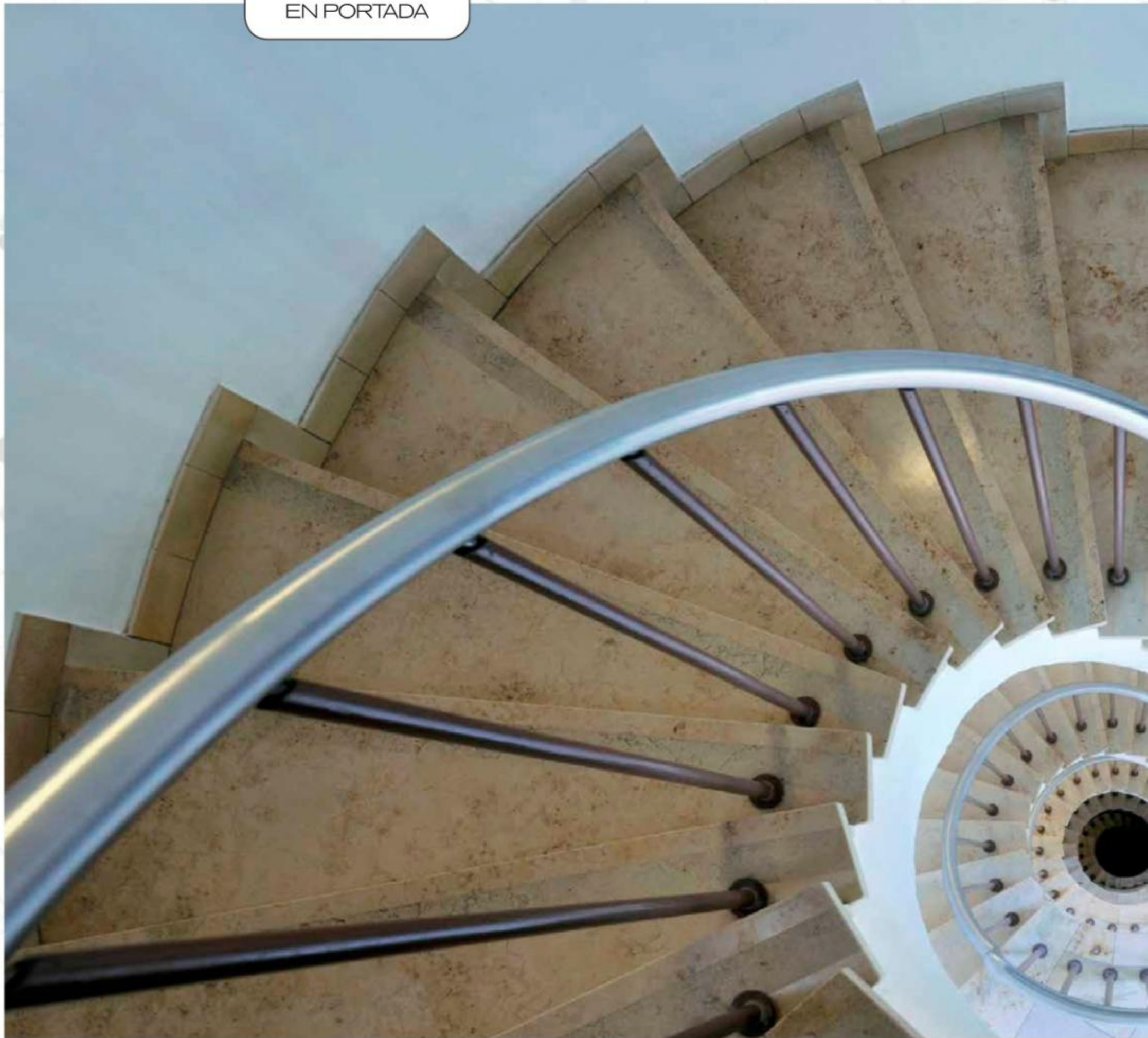
■ **Efecto túnel.** Las partículas pueden atravesar barreras en apariencia infranqueables en un fenómeno que se ha descrito casi como una teletransportación. Gracias a esta habilidad, los electrones son capaces de penetrar en zonas que, en teoría, no deberían poder atravesar.

■ **Superposición de estados.** La velocidad y posición de una partícula en un instante no se puede conocer con exactitud. El mero hecho de intentar medir uno de estos valores obliga a la partícula a elegir un estado concreto entre la enorme variedad de estados en los que se puede encontrar. Según la teoría cuántica, mientras la partícula no se someta a un acto de medición, se halla en todos sus estados posibles a la vez.

**DOS PECULIARIDADES** del mundo cuántico: el entrelazamiento, esto es, la capacidad de que dos partículas separadas se comporten del mismo modo (en la imagen superior), y la superposición, un fenómeno por el que una se halla en distintos estados a la vez hasta que es observada, como el gato, muerto y vivo.







## YA SE HA OBSERVADO LA EXISTENCIA DE FENÓMENOS CUÁNTICOS EN EL OLFATO,

◀ Lejos de pensar que su trabajo tuviera algo que ver con todo ello, un grupo de investigadores, del que forma parte el científico español David López, de la Universidad de Varsovia (Polonia), se topó con lo que se podría considerar como la primera prueba de la existencia de fenómenos cuánticos en el cerebro humano.

López y sus colegas pretendían estudiar el ruido que se da en nuestro órgano pensante en reposo –una característica innata del mismo–, que desaparece cuando se activan las conexiones neuronales. “Medir el ruido puede servir para cuantificar efectivamente cómo se activan diferentes zonas del cerebro o limpiar la señal de una resonancia magnética, por ejemplo”, nos comenta cuanto le preguntamos por la utilidad de sus experimentos. Mientras trabajaban con una pequeña zona del encéfalo, los científicos

encontraron una señal que, de manera bastante sorprendente, se parecía mucho a la de un electrocardiograma. “Detectamos un pico para cada latido, pero no podíamos explicar las observaciones recurriendo nada más a la física clásica”, amplía López.

**Llegados a este punto, los expertos pensaron que tendrían que adentrarse en el complejo mundo de la cuántica.** “Teníamos muy claro que nos encontrábamos ante una señal que medía la interacción de la actividad cerebral en reposo con la entrada de la señal cardíaca, y que era necesario un punto de vista cuántico para explicarlo”, comenta el investigador. Éste nos cuenta que las cosas se

FOTO: AGE





**ROGER PENROSE** planteó hace más de tres décadas que la consciencia se origina a partir de fenómenos cuánticos que se dan en nuestro cerebro, algo que no comparte la mayoría de la comunidad científica.

a medida que avanzaba la prueba iba desapareciendo, para volver a aparecer justo al final —nos relata—. De ahí nos vino la idea de que puede ser una señal sensible a los cambios de consciencia”. Y añade: “En un estado de alerta; esto es, mientras permanecemos despiertos, tanto el corazón como el cerebro deben actuar de una manera coordinada; pero cuando ese estado cambia y entramos en una fase de sueño, la sincronía se rompe y la señal varía y pasa a ser más ruidosa. Analizamos todas las opciones posibles a la hora de explicar estos resultados y, para nosotros, lo único que tiene sentido en todo esto es que estemos hablando de una coherencia cuántica. Si ese objeto que queremos medir —en nuestro caso, la señal que obtenemos y relacionamos con la consciencia— se separa en varias ondas, puede haber algún momento en que éstas interfieran y produzcan la señal”, aclara López.

**Los investigadores aseguran que cuentan con muchos indicios de que se trata de un efecto cuántico.** “Es un fenómeno muy sensible al movimiento —revela este experto—. Necesitamos condiciones de calma para medirlo. Basta con que el voluntario se mueva en el escáner para que la señal se distorsione. Además, hemos demostrado que el pico de la señal —lo que hace que se parezca a un electrocardiograma— no se puede explicar por las leyes de la física clásica”.

Incluso así, para López, la hipótesis postulada por Penrose y Hameroff sigue siendo muy discutible. Sin embargo, no niega que sus mediciones puedan ser utilizadas para respaldar la idea de una cierta consciencia cuántica, un soplo de aire fresco en un campo de investigación que, a pesar de ser sumamente controvertido, nunca ha dejado de llamar la atención de los científicos.


David López nos cuenta que cuando Hameroff leyó el borrador de su artículo se puso en con-

tacto con su equipo para comentar durante un encuentro los avances que

## EL FUNCIONAMIENTO DE LAS ENZIMAS O LA FOTOSÍNTESIS.

pusieron todavía más interesantes cuando compararon los resultados observados en un grupo de personas de más de 65 años y en otro de individuos más jóvenes, de entre 18 y 30 años. “Esa relación entre la señal cerebral y la cardíaca, que veíamos en estos últimos, desaparecía con la edad”, afirma. “No obstante, es cierto que tanto a nivel cardíaco como cerebral existe un declive, y ello puede afectar a esta interacción”, añade López.

Todo se precipitó cuando el equipo descubrió que uno de los voluntarios se había quedado dormido a mitad de la prueba. “Cuando analizamos los datos del escáner de esa persona en concreto vimos que al principio había una señal perfectamente sincrónica y claramente cardíaca, pero

se han ido presentando en dicho terreno durante los últimos tiempos, entre ellos los impulsados por Matthew Fisher, un físico teórico de la Universidad de California, en Santa Bárbara, que se cuenta entre los más entusiastas defensores de las tesis de Penrose y el propio Hameroff. Fisher lidera en estos momentos un macroestudio conocido como The Quantum Brain Project, o QuBrain. Este proyecto, en el cual la fundación Heising-Simons ha inyectado 1.2 millones de dólares, tiene por objetivo estudiar desde distintos ángulos las hipótesis del cerebro cuántico. La idea es tratar de dar con la prueba definitiva que relacione los fenómenos de la física de lo muy pequeño con la consciencia humana, dos cosas que, para decir toda la verdad, comparten una complejidad maravillosa. 



BIOLOGÍA

# LA VIDA DE LOS ÁRBOLES

Recientes investigaciones demuestran que los individuos que habitan los bosques (en este caso, plantas y hongos), están conectados hasta formar casi un organismo en sí: el propio bosque, que vive de una red subterránea de intercambio de nutrientes y mutuos beneficios.

Por Laura G. de Rivera

CUBIERTA SUPERIOR de un bosque de coníferas en Noruega fotografiada con un dron.



# SECRETA

**E**n Canadá hay más árboles que personas. Nada menos que 8,953 por habitante. También hay más bosques que ciudades. Junto a uno, en la frondosa costa lluviosa del Pacífico, donde existen ejemplares de más de 100 metros de altura y 1,000 años de antigüedad, se crió Suzanne Simard, una ingeniera forestal de la Universidad de Columbia Británica que ha hallado pruebas científicas sólidas de que los árboles son seres sociales que cooperan y se comunican. “De niña, cuando paseaba con mi abuelo por la naturaleza, tenía la sensación de que el bosque era un ser vivo en sí mismo, que todos sus habitantes formaban una armoniosa unidad”, recuerda en una de sus charlas TED. Hoy sabemos por sus experimentos que es así, que el bosque se comporta como un organismo interconectado a escala microscópica en una compleja trama subterránea. La clave de todo está más allá de donde alcanza la vista, bajo el suelo. Las raíces arbóreas —que pueden expandirse entre dos y cuatro veces la distancia del diámetro de su copa— se entrelazan con los micelios, la masa de delgados filamentos subterráneos de los hongos, para formar gigantescas redes de información que transportan no sólo agua y nutrientes, sino también mensajes de ánimo o de peligro. “Se comunican mediante su propio sistema. No son individuos que crecen por su cuenta con el fin de ser el más exitoso. Más bien son parte de una red que está en constante interacción, donde la colaboración es lo primordial”, señala Simard, quien antes de dedicarse a la investigación tuvo que trabajar en la industria maderera, planificando talas y plantaciones de producción para comprender que algo fallaba. Y confiesa: “No encajaba con mi forma de entender el bosque”. Se dio cuenta de que, comparadas con las forestas silvestres, las plantaciones carecían de vida, no eran más que hileras de árboles de la misma especie que crecían tristes, más despacio y con menos vigor que sus hermanos salvajes. “Igual que los niños en un orfanato, privados del afecto de sus padres”, puntualiza en el documental *Intelligent Trees* Peter Wohlleben, un técnico forestal que gestiona el bosque comunal de Hühmel, en Alemania, y autor del libro *La vida secreta de los árboles* (2015). ▶





### ◀ Asociación de ayuda

Simard descubrió que en las plantaciones, la comunidad arbórea no interactúa con libertad. “Vi que si se quitan algunas especies y se separan de sus vecinos, enferman y se hacen más vulnerables a los ataques de insectos. Quería entender por qué y se me ocurrió que la respuesta podía estar bajo tierra”, explica. Y no sólo en las raíces de los árboles, sino en la asociación de ayuda mutua que forman con las micorrizas, o redes entrelazadas de los micelios de los hongos y las raíces de las plantas. Teodoro Marañón, ecólogo forestal e investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, explica a *MUY* que una micorriza es la “simbiosis de la raíz de una planta con un hongo que coloniza la raíz y recibe compuestos que la planta produce mediante la fotosíntesis. La relación es de beneficio mutuo, porque el hongo, a través de su extensa red de micelios, capta agua y minerales que transfiere a la planta”.

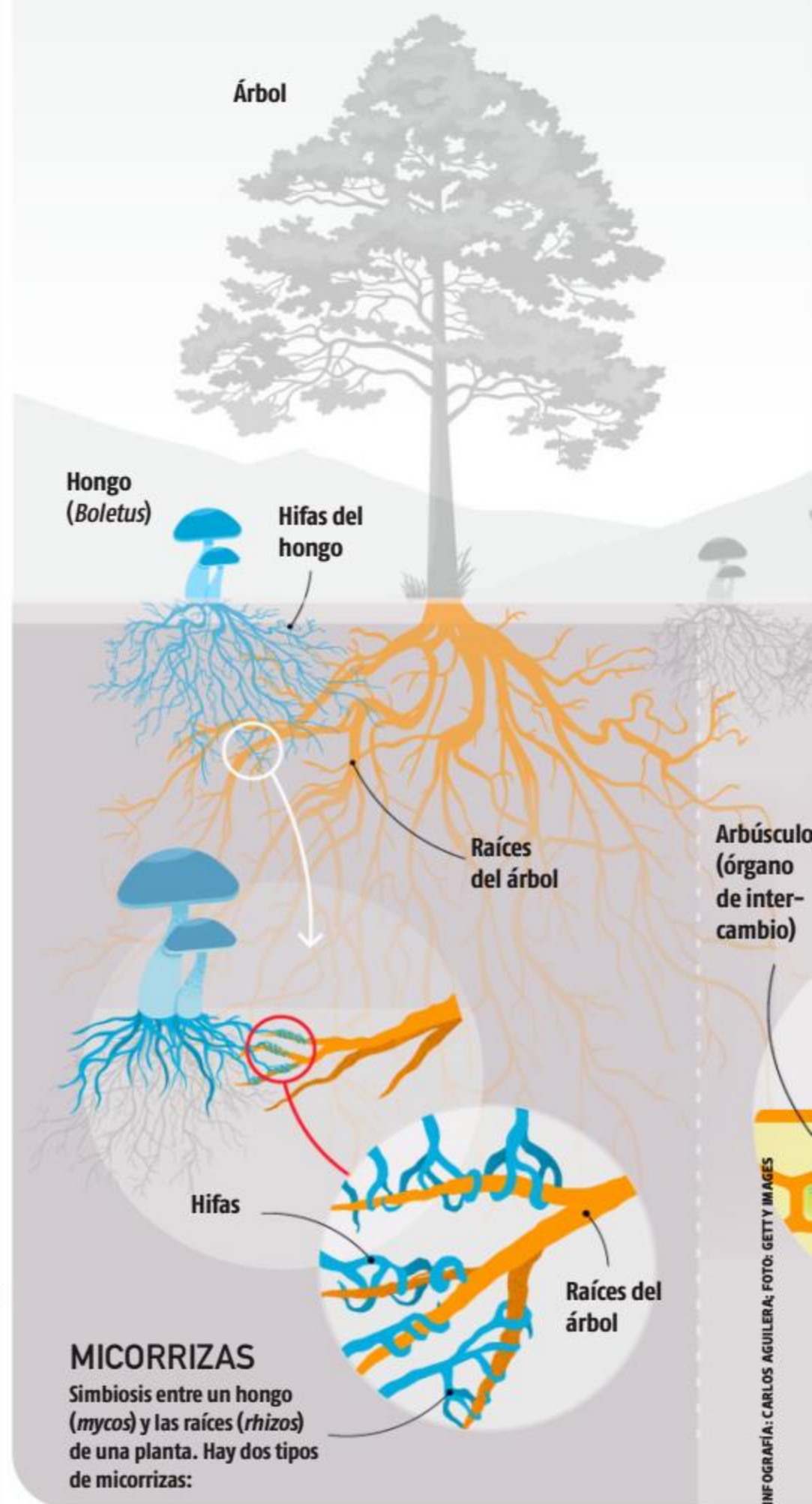
Los hongos se enredan como una maraña de filamentos a lo largo de kilómetros bajo la superficie. “Las setas son sólo el fruto, igual que las manzanas lo son del manzano. El cuerpo del hongo está en el subsuelo”, recalca Wohlleben. A cambio de poder usar su eficiente autopista de información para comunicarse con todo el bosque, los árboles comparten con ellos azúcares y nutrientes.

En su primer experimento, recogido por la revista *Nature* hace 25 años, a una joven e imaginativa Simard se le ocurrió estudiar la relación entre dos especies genéticamente distantes pero que solían darse juntas en la naturaleza. Inyectó isótopos de carbono ( $^{13}\text{C}$  y  $^{14}\text{C}$ ) en las hojas de abedules (*Betula papyrifera*) y comprobó que en primavera esas moléculas llegaban a los abetos (*Pseudotsuga menziesii*) que crecían a la sombra de su denso follaje. En invierno, las cosas cambiaban y eran los abetos quienes pasaban los isótopos a los abedules, que son de hoja caduca. Así supo que los árboles se

**DOS GRANDES** árboles del Hoh Rainforest, un bosque húmedo templado del estado de Washington, junto al Pacífico, han entrelazado sus raíces para crear una red de intercambio alimenticio.

**Se trata de un entramado de contactos donde la colaboración es lo primordial.**

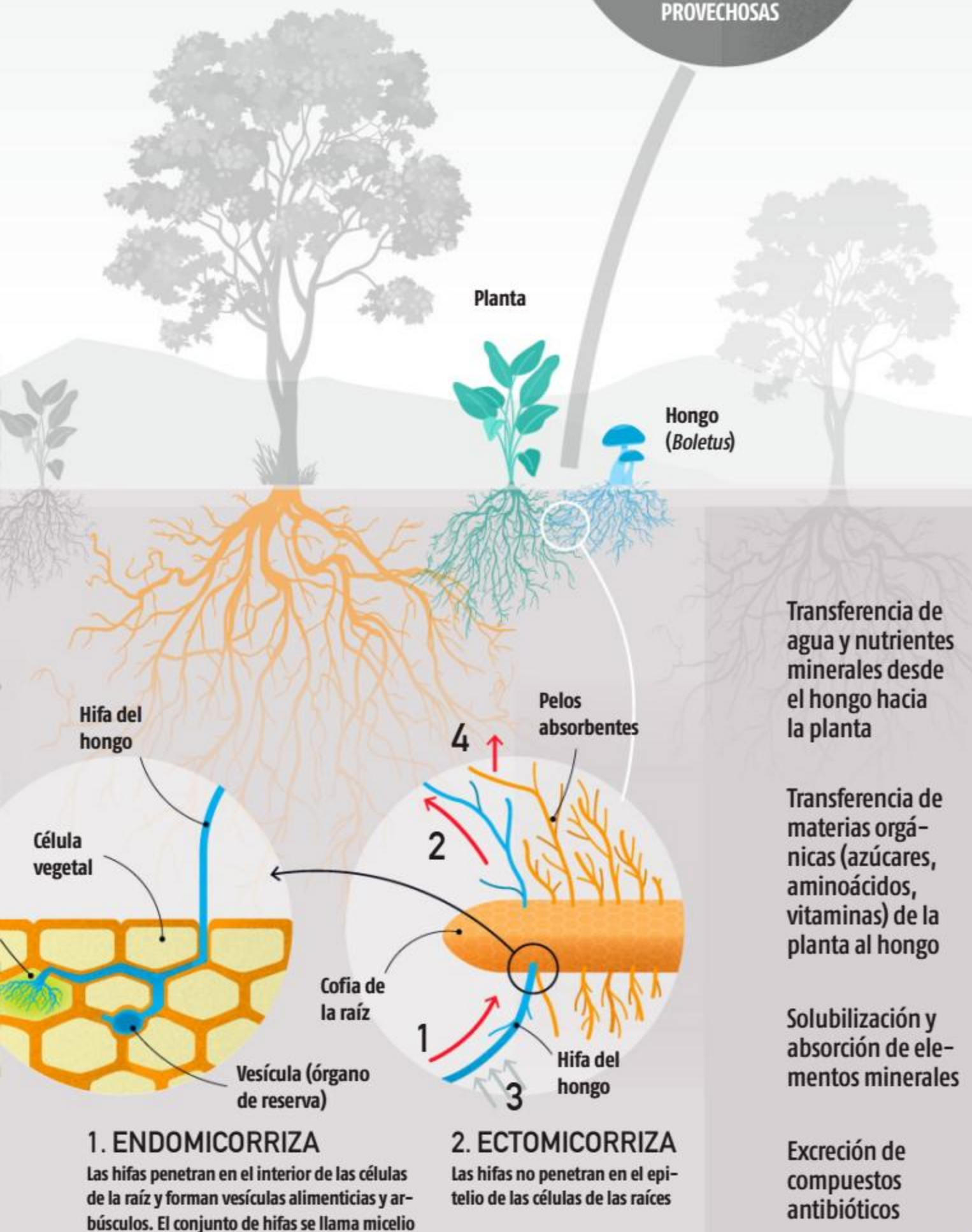
## LA SIMBIOSIS DE LOS HONGOS CON LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS





**E**sta relación de beneficio mutuo se conoce como micorriza. El hongo coloniza la raíz y recibe compuestos que produce la planta a través de la fotosíntesis. A su vez, el hongo capta agua y minerales por medio de su extensa red de micelios y los transfiere al vegetal.

**90%  
DE LAS PLANTAS  
TERRESTRES TIENEN SUS  
RAÍCES ENTRELAZADAS  
CON LOS HONGOS EN  
RELACIONES MUTUAMENTE  
PROVECHOSAS**



## HABITANTES DE UN MUNDO SUBTERRÁNEO

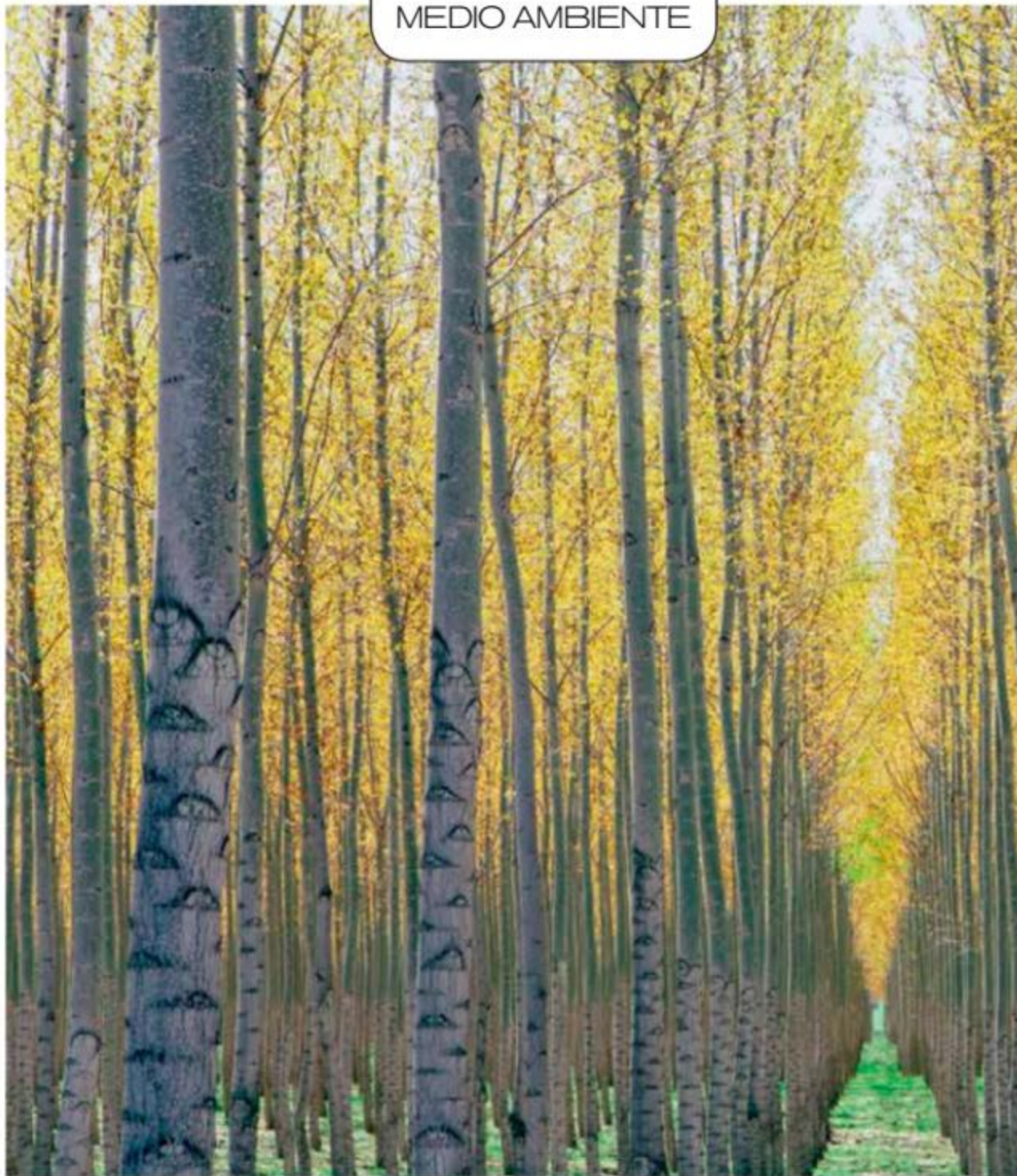
**A**demás de las raíces que, en condiciones de sequía, llegan a constituir 70 % de la biomasa de un árbol, hay otro ser clave en el subsuelo: los hongos, que componen 25 % de la biomasa terrestre. Lo que vemos en la superficie es apenas su fruta, su órgano sexual encargado de liberar las esporas para reproducirse. Los hongos pueden ser parásitos, levaduras, saprófitos –descomponen materia orgánica– o simbióticos, que son los que forman las micorrizas. Noventa por ciento de vegetales terrestres tienen raíces entrelazadas con hongos.

Según el ecólogo forestal Teodoro Maraño, esta simbiosis “fue fundamental para la colonización del hábitat terrestre por las primeras plantas hace unos 400 millones de años, que tuvieron que aprender a captar las sales minerales y nutrientes retenidos por las partículas del suelo. Tenemos fósiles de esporas y arbuscúlos y pruebas moleculares de la existencia en linajes ancestrales de plantas de los genes que coordinan esta simbiosis con los hongos. Es una relación muy antigua en la historia evolutiva”.

Para comunicarse, raíces y micelios producen “señales bioquímicas –hormonas y polisacáridos– que estimulan modificaciones anatómicas y formación de estructuras para el intercambio”, afirma Maraño. A la vez, el hongo hará de conector entre los árboles, de cable, que les permite intercambiar señales entre sí. Gracias a la luz del Sol el árbol sintetiza en sus hojas el dióxido de carbono para convertirlo en glucosa. Hasta 30 % de este azúcar lo transfiere por las raíces a las micorrizas. A cambio, el hongo le ofrece agua y minerales –fósforo, nitrógeno–, que puede traer desde muy lejos gracias a la enorme extensión de sus micelios. Poseer varias especies de árbol hospedadores al mismo tiempo garantiza al hongo un recurso seguro en condiciones ambientales impredecibles. Un solo árbol puede estar asociado a más de 100 especies de hongos micorrícicos.

Además, cuando un hongo coloniza las raíces de una planta, estimula la producción de defensas, con lo que el árbol responde mejor y más rápido a las enfermedades: “Los hongos que forman micorrizas hacen de filtro que frena la transferencia de metales pesados desde el suelo a los árboles”, concluye Maraño.





comunican y que el sentido de sus transacciones está determinado por sus necesidades: los abedules, sin hojas, viven más precariamente en invierno, mientras los abetos sufren más el resto del año porque a la sombra no pueden hacer la fotosíntesis con tanta eficacia como sus vecinos.

## Qué hongo

Para entender cómo funcionaban las vías de ese intercambio, Simard aisló la parte exterior de varios ejemplares de abedules pequeños en bolsas de plástico, en las que inyectó un isótopo de carbono. Luego hizo lo mismo con las raíces. En algunos casos, el plástico impedía que se comunicaran con el micorrizoma. En otros, las bolsas eran porosas y permitían el paso de los micelios y su conexión con las raíces. Así vieron que aquellos plantones en que los filamentos de los hongos podían cruzar la barrera seguían intercambiando sustancias y crecían más fuertes y lozanos que los que tenían sus raíces aisladas de los hongos. También que los arbolitos más vigorosos y de más edad aportaban nutrientes a las plántulas más pequeñas y jóvenes. Tenía sentido,

**Los ejemplares más grandes y viejos abastecen a los más jóvenes que crecen a su alrededor.**

**ARRIBA**, plantación de álamos para explotación maderera en Oregón (EUA). A la derecha, voluntarios en plena reforestación con robles y castaños en Cotobade (Pontevedra), una zona muy afectada por incendios durante los últimos años.



entonces, que en las plantaciones madereras los árboles crecieran más raquíticos. “La pesada maquinaria para las talas y el transporte compacta el suelo con su peso y daña las micorrizas, obstaculiza los intercambios e impide que el terreno compactado pueda almacenar el agua del invierno para el verano”, señala Wohlleben.

Por las redes subterráneas de micorriza no sólo circulan nutrientes entre los árboles, sino también señales bioquímicas que advierten de peligros. En 2010, el biólogo Ren Sen Zeng, de la Universidad de Agricultura del Sur de China en Cantón, plantó parejas de jitomates en macetas. Algunas de ellas podían formar micorrizas y otras no. Luego roció las hojas de un ejemplar de cada par con el hongo *Alternaria solani*, que causa el tizón tardío del jitomate. Después de 65 horas Zeng intentó infectar a la segunda planta de cada pareja y vio que las que habían establecido redes de micorrizas para comunicarse con su compañera infectada eran mucho más resistentes al agente patógeno y enfermaban menos.



# VEGETALES ANTISOCIALES

Los árboles son seres sociales y se ayudan unos a otros, su bienestar depende de la vida en comunidad; pero no todo es compañerismo y altruismo en el mundo vegetal. Algunas especies producen químicos para dañar a quienes consideran competidores, un fenómeno conocido en biología como alelopatía negativa. Es el caso de los eucaliptos –en la foto, abajo–, los sicomoros o las caléndulas, que emiten sustancias tóxicas para

dificultar el crecimiento de otras plantas en la vecindad. En estos casos, los micelios de los hongos las ayudan a transportarlas y aumentar su alcance.

Michaela Achatz, bióloga alemana de la Universidad Libre de Berlín, se centró en estudiar el nogal negro americano (*Juglans nigra*), que segrega juglona, una sustancia que la industria agrícola utiliza como herbicida y que le sirve al árbol para adueñarse del espacio y no dejar crecer a vegetales

que compitan por los mismos recursos. Y el hongo saca partido porque la juglona lo protege de los micófitos –insectos que comen hongos–.

Durante su experimento, Achatz plantó tomates alrededor de los nogales, algunos de ellos con las raíces selladas de forma que no pudieran conectar con las micorrizas. Pues bien, de esta forma la bióloga observó que aquellos con acceso libre a las micorrizas recibían mucha más juglona venenosa proveniente del árbol, con los consiguientes efectos nocivos para su existencia.



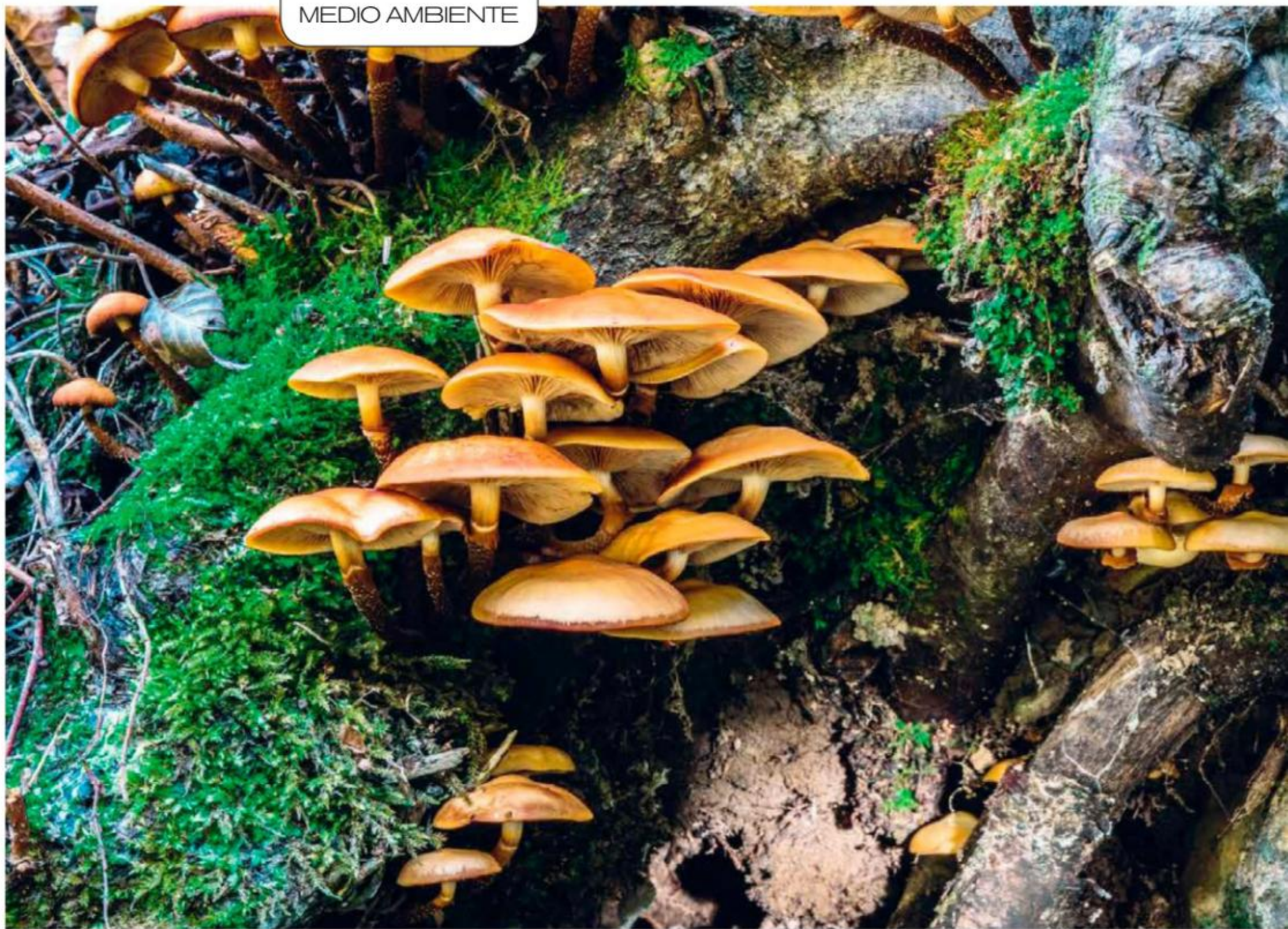
Lo mismo comprobaron hace poco en la Universidad de Aberdeen (Escocia) con plantas de frijol infestadas de pulgones –insectos que las destruyen–. A diferencia de los que estaban aislados, los frijoles que permanecían unidos bajo tierra con congéneres que habían sido atacados antes parecían prevenidas y ya tenían dispuestos sus compuestos químicos antipulgones para defenderse. A su manera, sus compañeras enfermas les habían enviado una señal de alerta. Por su parte, Simard constató que abetos que habían perdido sus hojas por el ataque de insectos transmitían señales de estrés a través de la red de micorrizas a los árboles vecinos, y no nada más a los de la misma especie. Éstos, como respuesta, activaban los genes que ponen en marcha las enzimas defensivas. Según la investigadora de la Universidad de Columbia Británica, “los árboles se envían mensajes químicos unos a otros para protegerse del ataque de un insecto o una enfermedad a base de fabricar tóxicos defensivos o resinas, o engordando su corteza”.

En otro estudio Simard analizó un bosque atacado por el escarabajo del pino de la montaña (*Dendroctonus ponderosae*). Los árboles moribundos les pasaban el legado a las nuevas generaciones con información sobre cómo optimizar su sistema defensivo, de forma que los nuevos crecían más fuertes. Un hallazgo que, en opinión de esta científica, debe cambiar la forma de gestionar las forestas: “Tenemos que ser cuidadosos y dejar de cortar los árboles enfermos lo antes posible para venderlos antes de que su madera se deteriore, porque entonces impedimos que pasen su sabiduría a los más jóvenes”, advierte.

## Cerebro verde

Junto a su equipo del departamento de Forestales y Ciencias de la Conservación de la Universidad de Columbia Británica, Simard se propuso cartografiar las conexiones bajo tierra de un bosque de abetos. Mediante técnicas de biología molecular analizaron el ADN e identificaron





◀ genotipos de árboles y hongos. Así, registraron una longitud media de 20 metros para los micelios –pequeños filamentos que hacen las veces de raíces de los hongos– y encontraron “un abeto de 94 años de edad conectado con 47 árboles, mediante genotipos diferentes del hongo *Rhizopogon* sp.”, según recuerda Marañón. Este estudio fue publicado en la revista *New Phytologist* con el ilustrativo título de “Arquitectura de la Wood Wide Web” –juego de palabras con *world wide web*, las famosas *www*–, que compara el ecosistema subterráneo del bosque con internet, un entramado de muchas redes superpuestas con nodos centrales más concurridos que actúan como conmutadores y nodos satélite más pequeños. “Se trataría de un superorganismo clonal, una red simbiótica árbol-hongo que comparte los recursos del bosque”, describe Marañón. No es muy distinto de cómo funciona nuestra mente: “El sistema de raíces es el cerebro del bosque. Está conectado igual que las redes neuronales por donde

**La capacidad de una especie arbórea para asociarse con muchos hongos micorrícicos favorece su expansión.**

circula la información”, reflexiona Simard. Mirando este mapa, la científica canadiense podía identificar qué árboles eran más importantes, y descubrió “que se trataba de los más grandes y viejos. Los llamamos ‘árboles madre’ porque descubrimos que los más jóvenes que crecían a su alrededor se alimentaban de nutrientes que el grande les pasaba por la red de micorrizas. Algo parecido a las hembras cuando dan de mamar a sus hijos”, continúa Simard. Y no nada más a los retoños de su misma especie. En otro experimento su equipo etiquetó con isótopos de carbono a árboles madre para rastrear estas moléculas y averiguar a quiénes alimentaban. Los biólogos observaron que los familiares recibían más, pero que también enviaban comida al resto de los vecinos. “Tratan de crear un ambiente favorable y sano para que la comunidad crezca, por eso la dotan de nutrientes”, explica la científica, que también lidera en su universidad el programa Mother Tree Project (Proyecto Árboles Madre). Las enormes copas de estos ejemplares se alzan muy por encima de las demás y recogen así la energía del Sol para producir grandes cantidades de glucosa en sus hojas que pueden entonces compartir tanto con aquellos ejemplares que tienen menos acceso a la luz solar como con las pequeñas plántulas recién nacidas.





**ARRIBA**, fósil del hongo *Glomus sinuosum*. La simbiosis entre estos organismos y los árboles, como se ve en la foto de la izquierda, fue clave para la colonización del hábitat terrestre por las primeras plantas hace unos 400 millones de años.


¿Saben las plantas reconocer a sus vecinas? Un experimento reciente de Amanda Asay, investigadora del equipo de Simard en la Universidad de Columbia Británica, apunta a que sí. Asay plantó en una misma maceta tres árboles, uno más grande y dos retoños jóvenes, de los cuales uno provenía de una semilla de la misma madre que el árbol grande y el otro procedía de otra región. Meses después había más conexiones bajo tierra entre el grande y su hermano, al que le transfería más nutrientes, que entre el grande y el forastero. ¿Y qué sucede con los que ya son únicamente un tronco mochado, sin ramas ni hojas para hacer la fotosíntesis, y sin embargo siguen vivos? “Descubrimos que, en algunos casos, un árbol vecino les pasaba nutrientes y carbono. El bosque cuida a sus ancianos”, asegura Asay.

## Árboles amigos

Oyendo hablar a estos expertos, ¿se podría decir que hay similitudes entre la vida vegetal y la vida afectiva de las personas? Parece una metáfora exagerada, pero hasta cierto punto, sí: “Existe la amistad entre los árboles. No pasa a menudo porque ellos no pueden elegir al lado de quién crecen. Quizá le ocurra a uno de cada 50 ejemplares. Mira a estos dos: sus raíces están entrelazadas con

firmeza, sus ramas no se superponen para no quitarse la luz”, afirma Wohlleben en el documental *Intelligent Trees* mientras muestra a la cámara dos preciosos cedros. “Si uno muere, el que queda sufre, enferma y muere poco después”. Simard sonríe cuando le preguntamos por la amistad verde: “En ecología lo llamamos ‘interacciones’, aunque es un término bastante clínico. Las plantas colaboran, se ayudan, mantienen relaciones mutualistas... es una cuestión de lenguaje. En términos humanos, llamaríamos ‘amistad’ a ese fenómeno”, reflexiona.

En todo caso, la idea de la foresta como una familia de árboles cambia nuestra percepción y nuestra forma de tratarlos, según Simard. Entre sus proyectos de investigación está averiguar cómo reforzar los bosques para lidiar con el cambio climático. En un artículo publicado en 2018 en la revista *New Phytologist* destaca la importancia de la llamada receptividad del hospedador, es decir, de la capacidad de una especie arbórea para asociarse con un gran número de especies de hongos micorrícicos. Según Marañón, “los árboles más promiscuos tuvieron la tasa más alta de expansión hacia el norte después de la última glaciación”.

Simard sigue buscando formas de colaboración entre humanos y árboles de las que ambos salgamos beneficiados, y ha encontrado una nueva dimensión de la palabra ecosistema y nos ha enseñado que, a su manera, el bosque tiene un enorme cerebro que funciona bajo tierra. Por su parte, Wohlleben hace una llamada de atención contra las talas descontroladas. En su opinión, la alternativa pasa por hacer una gestión amigable del bosque que permita a los árboles satisfacer sus necesidades sociales y transmitir “su conocimiento a la siguiente generación. Al menos a algunos se les debe permitir envejecer con dignidad y morir de causas naturales”. 



SALVANDO AL CAMPO MEXICANO

# ALIMENTAR EL FUTURO

El agro en México está en crisis y el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional busca transformarlo. La propuesta es reunir lo mejor de las prácticas agrícolas tradicionales con los beneficios de la ciencia actual.

Por Sarai J. Rangel

**C**uando a Nicasio Díaz Che le dijeron que para preparar la tierra de su milpa no debía quemar, le pareció absurdo. Bien sabía él –así se lo habían enseñado de niño– que prenderle fuego al terreno es esencial. Sólo así las cenizas

pueden nutrir la tierra y dejarla lista para el cultivo.

“Préstanos una hectárea –insistieron–. Tú siembra el resto como siempre lo haces, pero prueba lo que te decimos en ese pedazo”.

Así lo hizo. Un investigador vino a enseñarle cómo preparar la tierra. Básicamente era lo mismo: rozar y tumbar las cañas y hojas de maíz, pero debía dejar todo ese rastrojo esparcido como una cama sobre el terreno. Así retiene más la humedad y protege la tierra del Sol, le explicaron “los del CIMMYT”, siglas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Cuando llegó el momento de sembrar, Nicasio notó que la tierra de esa parcela se sentía apenas un poco diferente del resto. Le habían advertido que con esta forma de cultivo, conocida como agricultura



**NO LO PARECE**, pero este campo en Yucatán es un laboratorio de experimentación. Aquí se prueban los beneficios de la agricultura de conservación. Uno de ellos es la “no quema” del terreno antes de sembrar.

de conservación, los cambios se evidenciaban a mediano y largo plazo. Pero lo que vio fue suficiente para que al año siguiente lo volviera a intentar. También implementó otra de las sugerencias que le dieron: en lugar de plantar sus semillas entre el rastrojo a la distancia que acostumbraba, lo hizo más cerca unas de otras. En el argot de los agrónomos, “un nuevo arreglo topológico para aprovechar mejor el espacio”.

Esas sencillas acciones repercutieron en 2,200 kilos de maíz al final de la temporada, unos 200 más que en su parcela cultivada del modo habitual, donde obtuvo 1,955 kilos. Puede parecer poco, pero obtener más cosecha en un suelo que se creía desgastado es un gran logro. ▶









## MAÍZ PARA TODO EL AÑO

**O**tra de las innovaciones que se han realizado en el proyecto Milpa Sustentable es el método de resguardo del maíz una vez cosechado. Si las semillas extra que se producen no se mantienen en buen estado o se las comen los animales, todo el trabajo se pierde. En esta foto se observan los diferentes mecanismos para mantener el maíz por largas temporadas: desde la troja tradicional hasta sacos, silos, botellas y garrafones de agua. Así se evita la aparición de hongos e insectos. Cada innovación es probada por los investigadores y comparada con otras para que la comunidad elija cuáles aplicar.

◀ “Mírala. Comparada con la de allá –el negruzco campo frente a nosotros–, ésta todavía se siente húmeda”, señala Eduardo Tovar López, un jovial químico en alimentos del CIMMYT –uno de los centros en investigación agrónoma más prestigiosos del mundo–, mientras se inclina para tomar un puñado de tierra. “Huele como a bosque, a materia orgánica. Incluso si escarbas un poco, puedes ver microbiología. Hay insectos como hormigas, lombrices y otros bichos que son parte del ecosistema”.

Vistos a la distancia, los plantíos de Nicasio, en las entrañas de la selva de Yucatán, en el caluroso sureste mexicano, parecen una ficha de dominó. Una mitad se aprecia oscura, carbonizada, mientras la otra es un desbarajuste de ramas y pedazos de plantas, donde los habituales surcos que dirigen la siembra se pierden. Eso hace que las diferencias entre ambos sistemas resalten de un vistazo. “Los insectos y la microbiología son muy importantes”, comenta Eduardo. “Dice mucho sobre la salud del terreno y forman parte del ciclo de la tierra que al final pueden ayudar a prevenir plagas”.

A pesar del aparente desorden, aquí nada es al azar; ni siquiera las plantas que crecen entre el rastrojo. Son leguminosas, en específico, un tipo de frijol nativo de la región. Su función es fijar el nitrógeno que absorben del aire al suelo por medio de la simbiosis de los microorganismos en sus raíces. Eso es aprovechado para hacer crecer al maíz. “Cuando destruyes toda esa microbiología con la quema, pierdes estos beneficios y la tierra se daña”, explica el investigador en entrevista.



**EDUARDO TOVAR** (al frente) muestra uno de los híbridos de maíz generados por los campesinos gracias al apoyo del CIMMYT. Tovar es gerente del *hub* Península de Yucatán.

La experiencia le ha enseñado a él y al resto de quienes colaboran en el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), desarrollado por el CIMMYT, que la mejor forma de demostrar los beneficios de cualquier innovación agrícola es que la gente que los utilizará, los productores, los vean directamente. En lugar de examinar estas “agrotecnologías” en un espacio controlado, las llevan afuera, convirtiendo las parcelas en verdaderos laboratorios de experimentación.

Por eso, desde hace una década esta extraordinaria iniciativa –en la que también colabora la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader)–, ha desplegado por todo el país un pequeño ejército de investigadores agrícolas y técnicos, emisarios cuyo objetivo es acercar a miles de productores estas nuevas formas de hacer agricultura sustentable para aumentar sus rendimientos. Mas ahí no acaban sus intenciones. De hecho, es apenas el preludio para conseguir su verdadero propósito: impulsar la siguiente revolución agrícola en México. Una en la que los pequeños agricultores como Nicasio sean los guardianes de nuestra seguridad alimentaria.

### Una revolución sustentable

A muchos kilómetros de Yucatán, en la sede del CIMMYT en Texcoco, Estado de México, se encuentra Bram Govaerts, el cerebro detrás de MasAgro. Con apenas 40 años de edad, este investigador originario de Bélgica ha conseguido trazar una hoja de ruta cuyo título bien podría ser “Plan para salvar al campo mexicano”. Para ello, confía, más que aumentar la producción, como sucedió en la pasada Revolución verde –que a mediados del siglo XX alimentó a millones de personas a partir de los trabajos del agrónomo estadounidense Norman Borlaug (Ver *Escenas de la Historia*, pág. 82)–, en esta ocasión el requisito indispensable es la sustentabilidad.

“En ese entonces nos enfocamos en dar las calorías suficientes para que la población –que había crecido drásticamente– sobreviviera”, explica Govaerts en un peculiar español. Hoy sabemos que los recursos naturales no son infinitos y que generar toda esa comida a costa de la fertilidad de la tierra y de los ecosistemas es un balazo en el pie.





## CRUZAR FRONTERAS

**E**l proyecto MasAgro se ha convertido en uno de los más importantes en el campo mexicano. Liderado por el CIMMYT, se plantea que sea aplicado en otros territorios, como en Colombia, donde el año pasado se firmaron los convenios para comenzar a implementar hubs tecnológicos y bancos de semillas, así como a probar diversas prácticas tradicionales.

De esa forma surge la agricultura sustentable, que busca producir alimentos sanos cultivados con menos agua, menos emisiones de gases de efecto invernadero, menos químicos y manteniendo la fertilidad del suelo.

Eso se dice fácil. El desafío es llevarlo a cabo y más aún, que funcione. No obstante, todo indica que MasAgro le ha dado al clavo. El camino por el que ha optado es una visión integral basada en el pensamiento sistémico (*systems thinking*), cuyo propósito es no descuidar ningún aspecto del complejo sistema agroalimentario. “Partimos desde la ciencia básica hasta su aplicación con el productor y su consumo para hacer cada parte de la cadena más sustentable”, destaca Bram.

¿Qué quiere decir esto? Que MasAgro no sólo se centra en que se coseche más grano, sino que sus esfuerzos por hacer más sostenible a esta industria inician desde la semilla misma.

No es broma: uno de sus brazos, el programa Descubriendo la diversidad genética de la semilla, por ejemplo, se encarga de buscar en los bancos de germoplasma (como el repositorio de semillas que



### Sabías que...

En 2012 la Fundación Bill y Melinda Gates consideró a MasAgro como “el programa más original existente hasta el momento orientado a la agricultura más frágil a nivel mundial”.

**EL BANCO DE GERMOPLASMA** del CIMMYT resguarda el material genético de maíz y trigo. Aquí se mantienen casi 28,000 colecciones únicas de semilla de maíz y 170,000 de trigo mundial.

se halla aquí mismo, en las instalaciones del CIMMYT), aquellos recursos genéticos que puedan ser útiles a los fitomejoradores. “Hay características que se ven a simple vista, pero otras que no, como la resistencia a la sequía”, explica Govaerts. En efecto, mediante ingeniería genética los científicos pueden buscar en los miles de variedades de maíz aquellos genes útiles e identificarlos. Ya lo hicieron y sus esfuerzos fueron compendiados en el primer *Atlas Molecular de Maíz*, publicado en 2019. Una herramienta invaluable que nos permitirá saber qué tenemos y aprovecharlo para crear nuevos y útiles tipos de maíz a través de la hibridación, el mismo proceso que nuestros antepasados usaron para crear todas las variedades actuales conocidas.

A su vez, los nuevos maíces son puestos al alcance de las semilleras nacionales y, por ende, de los productores, a través de la Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento de Maíz. Esto era importante, pues como explica Bram, “al no tener el presupuesto de una transnacional, las semilleras mexicanas no tenían acceso a investigación”. A raíz de este proyecto, más de 50 compañías (la mayoría cooperativas y asociaciones de productores de reciente creación) pueden competir con las grandes empresas extranjeras al proveer semilla mejorada.

Podría pensarse que para lograr estas maravillas se requiere una descomunal infraestructura humana y tecnología de primer mundo, algo que un país como México, donde los recursos siempre son escasos, difícilmente podría permitirse. Sin embargo, estos científicos lo han conseguido sacándole jugo a lo que había en casa. Ejemplo de esto es el trabajo hecho con el Banco de Germoplasma del CIMMYT, que ya existía. Sólo dejó de verse como un depósito, se revisó qué había en él y se puso esa información al alcance de otros institutos que pudieran sacarle partido, tal como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) o el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV). ▶

**MasAgro ha multiplicado el uso de prácticas intensivas sostenibles y desarrollado más de 60 variedades de maíz híbrido que están adaptadas a las principales regiones productoras del país.**



◀ Para lo que sí había que ser creativos era en cómo llevar todo este conocimiento hasta los productores, quienes son el engranaje principal de esta gigantesca maquinaria.

“No se puede hablar de sustentabilidad si se cuida el ambiente y se obtienen alimentos sanos, pero la persona que los cultiva no tiene con qué mantener a su familia”, señala Bran. Por ello, resultaba primordial que los agricultores tuvieran acceso a estas tecnologías, que además fueran asequibles y que, por último, recibieran un ingreso justo por toda su producción.

Aquí justamente se encuentra otro de los grandes éxitos del programa, el secreto que ha permitido que las prácticas de agricultura de conservación lleguen a más de 500,000 productores mexicanos: la organización en red por medio de *hubs*, o nodos de investigación. “Los *hubs* son nodos de innovación y transferencia de tecnología con una infraestructura física bien definida: una plataforma de experimentación, un módulo de prácticas sustentables y un área de extensión”, explica Govaerts al respecto.

Podemos verlos como pequeñas embajadas de MasAgro repartidas por todo la nación, cada una con personal capacitado del CIMMYT y otro originario de la región para, entre todos, buscar las mejores soluciones a los problemas de los productores. Un MasAgro a la medida de cada lugar.

## Reacción en cadena

Al igual que sus antepasados, Nicasio Díaz sale de madrugada a trabajar la pedregosa tierra. En su natal Xoy, una pintoresca comunidad de frescas casas hechas de estuco y techos apelmazados con guano (el método clásico de construcción maya), a 98 kilómetros al sur de Mérida, en el municipio de Peto, las cosechas no alcanzan para alimentar a los cientos de familias que, tal como la suya, dependen del campo para subsistir día a día.

La milpa es muy importante para la gente de aquí, es la piedra angular de su cultura. De ahí obtienen las hortalizas para comer (pocas veces tienen excedentes para vender), pero por encima de todo, producen el elote que necesitarán durante el año. “Una familia consume de dos a seis kilos de maíz diarios; más si tienen animales que alimentar. Si una cosecha no se da, es un fuerte golpe económico porque la mayoría no tiene dinero para comprar todo ese grano. Si no pueden vivir del campo, tienen que irse a las ciudades a trabajar y pierden su estilo de vida. Por eso la milpa es tan valiosa: los hace autosuficientes”, cuenta Aileen Fernández, encargada del Desarrollo Estratégico del Hub Península de Yucatán, uno de los 12 *hubs* de MasAgro.

Mientras nos sacudimos en el asiento trasero de una camioneta todoterreno, Aileen me explica que cuando CIMMYT



**EL GUSANO COGOLLERO**, insecto nativo de los trópicos de Sudamérica, se abre camino a través de las mazorcas de maíz (en la imagen). Estos insectos son el máximo dolor de cabeza de los agricultores del sureste mexicano.

## GUERRA AL NATURAL

**O**tra de las agrotecnologías que MasAgro promueve es el control biológico de plagas. Los investigadores buscan qué métodos naturales son aplicados por los productores y los prueban. Por ejemplo, en esta parcela el técnico enseña cómo pueden aplicar una estrategia de control natural, colocando trampas de feromonas contra el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*). Estas trampas son un método de control biológico que permite a los agricultores depender menos de los químicos.

**El rendimiento de maíz con MasAgro fue de cuatro toneladas por hectárea en condiciones de temporal; el doble que el promedio nacional.**

llegó en 2015 a la región, lo primero que hicieron fue investigar sobre el tipo de suelo, su condición y los sistemas de producción que había alrededor del maíz. Fue así como constataron que toda la vida de la comunidad gira en torno a la milpa maya, o “*ko’ol*”, cuyo eje son la siembra simultánea de maíz, frijol y calabaza.

Por eso implementaron el proyecto Milpa Sustentable Península de Yucatán, a fin de responder mejor a las necesidades de la gente local.

Nuestro destino es la milpa de Nicasio, una amplia extensión de tierra rodeada de árboles y matorrales, barrera natural aunque inservible contra los tejones que, de cuando en cuando, vienen a llenar sus estómagos con lo que aquí se cultiva. Además de ser la fuente de alimento para la familia de este agricultor y de los glotones mustélidos, es una de las tres

**BRAM GOVAERTS** fue el ganador del Premio Norman Borlaug 2014 a la investigación de campo y su aplicación, auspiciado por la Fundación Rockefeller.





# ESTO ES MASAGRO



**12** hubs o nodos de innovación



**44** plataformas experimentales



**\*1,017** módulos demostrativos de agricultura sustentable



**\*3,120** áreas de extensión



**397** técnicos certificados graduados (acumulado 2011-2018)



**Más de 500,000** productores participan en el programa (21% son mujeres)

\*Datos al cierre de 2018.

plataformas de experimentación del proyecto MasAgro. Aquí se ponen a prueba las innovaciones agrotecnológicas y los principios de la agricultura de conservación que, si funcionan, podrían implementarse en otras partes de la región.

Cada una de estas plataformas de investigación reproduce los tipos de suelo y características que representan a la zona milpera de Yucatán. Esto es importante, dice Aileen, porque hay muchos programas públicos y privados que manejan paquetes tecnológicos. “Te dan tu *kit* y tienes que aplicarlo al pie de la letra. Nosotros estamos convencidos de que las necesidades son particulares. No se puede tratar a todos los productores igual y no todos necesitan las mismas cosas”.

Por eso han desarrollado lo que llaman menús tecnológicos, un conjunto de soluciones que ofrecen a los agricultores. “A cada productor le decimos: ‘Mira, podemos trabajar diversas cosas contigo. Éste es nuestro menú’. Si tiene problemas de fertilidad en el suelo, le recomendamos por ejemplo eliminar la quema o aplicar composta usando abonos verdes (el uso de plantas verdes como cobertura), lo que reduce la erosión y nutre el suelo”. Incluso, no resultan costosas y muchas las pueden hacer ellos mismos, para lo cual se organizan talleres.

Es importante no ser invasivo, no imponerse, advierte Aileen. “Nosotros los animamos con un ‘tengo una tecnología que podría ayudarte a mejorar tu producción’. Llegado ahí te puedes enfrentar a un no rotundo, ‘lo vengo haciendo toda la vida así’, o despertarles la curiosidad”.




JOSÉ CASTILLO CAAMAL (de azul), investigador de la Universidad Autónoma de Yucatán, es el responsable de la Plataforma de experimentación Peto hub, la cual funciona con un productor colaborador (Nicasio, de playera blanca) y un técnico.



## Sabías que...

Otra iniciativa es el servicio de información agrícola MasAgro-Móvil, una plataforma digital que da información agrícola al productor. De momento sólo está vigente en Guanajuato, pero se espera que en 2020 sea implementado en todo el territorio nacional.

Entonces pueden trabajar con ellos como lo hicieron con Nicasio, uno de los productores cooperantes de MasAgro a quien se seleccionó por ser un líder de la comunidad; es decir, alguien en quien las personas confían y que tiene contacto con muchos otros productores. A ellos les piden prestada una parcela (una hectárea) por ejemplo, para aplicar las innovaciones. Es casi como una muestra gratis, donde los investigadores les enseñan cómo hacerlo y qué pueden lograr. Lo demás sucede de una manera muy orgánica: otros productores ven los resultados, les interesa y lo reproducen. Entonces entran los técnicos, gente local certificada por el CIMMYT que ha aprendido qué funciona en las plataformas de experimentación y lo han aplicado en los módulos. Son quienes guían a los productores paso a paso en su camino a la agricultura de conservación. Se trata de una reacción en cadena que se comparte de boca en boca y de parcela en parcela. La idea es que si todos estos pequeños agricultores logran cultivar más, llegará el momento en que tengan excedentes para vender. Ellos obtienen un ingreso extra y ayudan a abastecer la demanda interna de alimentos, el mayor desafío para el campo pues, de acuerdo con la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el mundo necesitará producir 70 % más comida para 2050. Y eso sí será un problema para todos nosotros.

Sin embargo, al ver en vivo este descomunal pero sistematizado esfuerzo, parece posible mover a la ballena varada que fue el campo mexicano y avanzar en nuestra búsqueda de alimentos sustentables. Sólo hacía falta un plan que reuniera lo mejor de estos dos mundos, la ciencia y la agricultura, para alimentar el futuro. La base para lograrlo ya está sembrada. 



ARTE

# EL MUNDO VISTO DESDE ARRIBA

Los hermanos Andrews (JP y Mike) son dos treintañeros británicos que viajan por el planeta para fotografiarlo con las cámaras de sus drones. Resultado: imágenes que parecen fascinantes cuadros abstractos con el color y la geometría como protagonistas.

Por Francisco Jódar









**LAS OLAS** rompen en una playa de la isla de Barbados, en el Caribe.



**LA ISLA ARTIFICIAL** Outer Trial Bank se construyó en los años setenta en el estuario del Wash, en la costa este de la isla de Gran Bretaña. Tiene 250 metros de diámetro.

**E**n marzo de 2016, JP Andrews (32 años hoy) y su hermano Mike (30), dos inquietos británicos, llegaron al límite: su vida cotidiana los asfixiaba. Necesitaban aventura. Compraron boletos de avión sólo de ida a Australia con el objetivo de pasar un año deambulando por el *outback*, como se conoce al interior de ese país, una región semiárida –con áreas de puro desierto– y apenas poblada que cubre alrededor de tres cuartas partes del territorio de la enorme isla. La experiencia les cambió la vida. A los seis meses de vagabundear, decidieron comprar un dron con cámara y usarlo para fotografiar los increíbles lugares que descubrían.

Así comenzó una afición que los hermanos Andrews han convertido en profesión. Ahora viajan –además de Australia y los recorridos por su propia nación, han visitado ya Francia, Bélgica, Suiza, España e Islandia, y la Antártida y Chernóbil figuran en sus planes– para hacer fotos aéreas con sus drones. No trabajan al azar. Buscan sitios que, vistos desde un ángulo cenital, semejen composiciones abstractas, geométricas. Lo de menos son los objetos o los accidentes geográficos capturados. Lo importante es la sensación que transmiten su disposición en el espacio y sus formas y colores, y “mostrar lo extraño y maravilloso que es el mundo visto desde arriba”, en palabras de Mike. Es por ello que los autores de las fotos no dan datos de las localizaciones de sus imágenes –te aseguramos que buscarlas ha requerido esfuerzo–, a las que ponen títulos misteriosos (la que tienes justo a la derecha se llama *Polka*), y que venden en distintos formatos en su página web. **M**

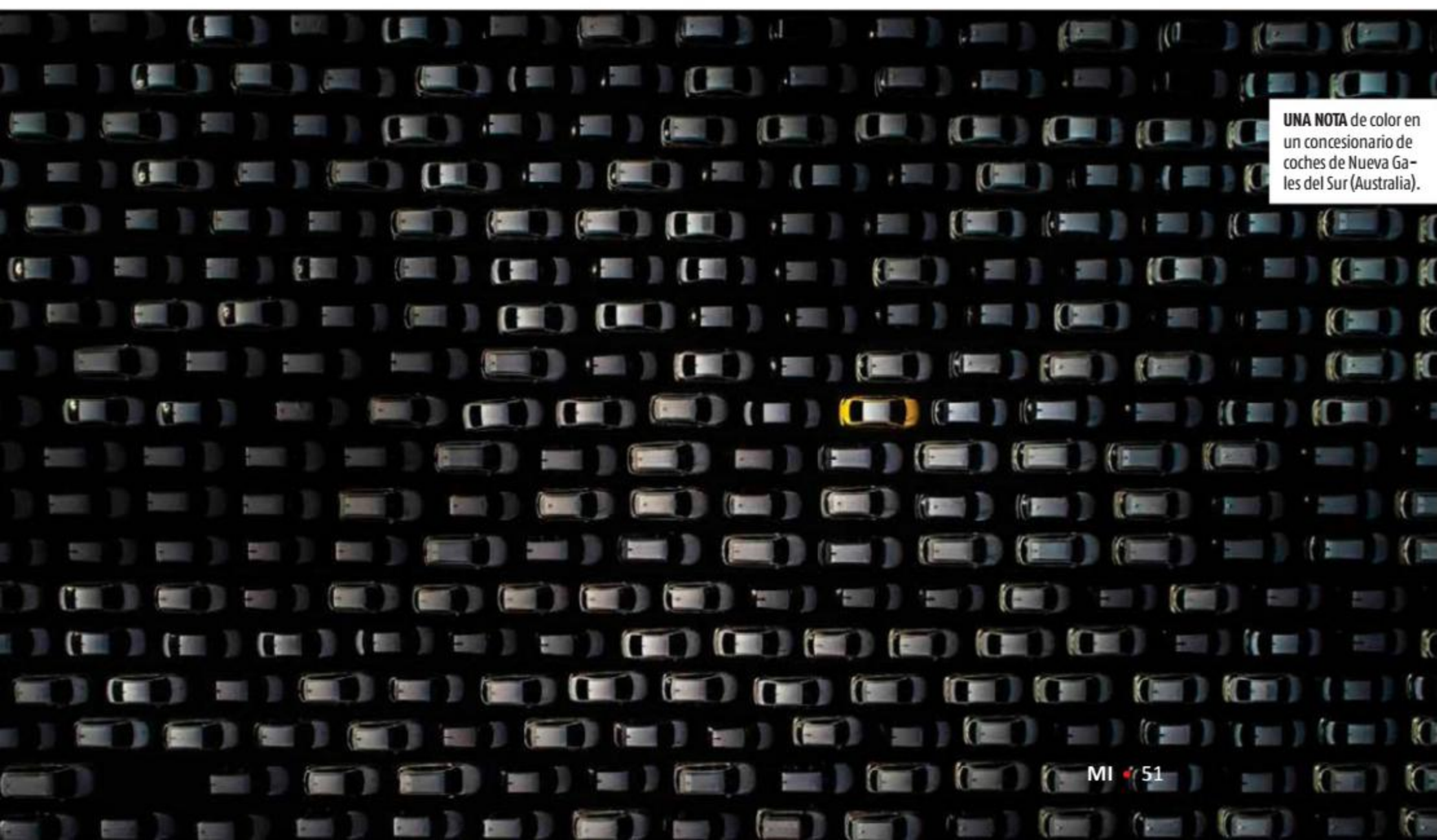


**UN GRUPO** de vistosos kayaks amarrados a un embarcadero del Ebro a su paso por Zaragoza.





**ESTA VISTA** aérea de un terreno seco y agrietado se tomó en el Reino Unido.



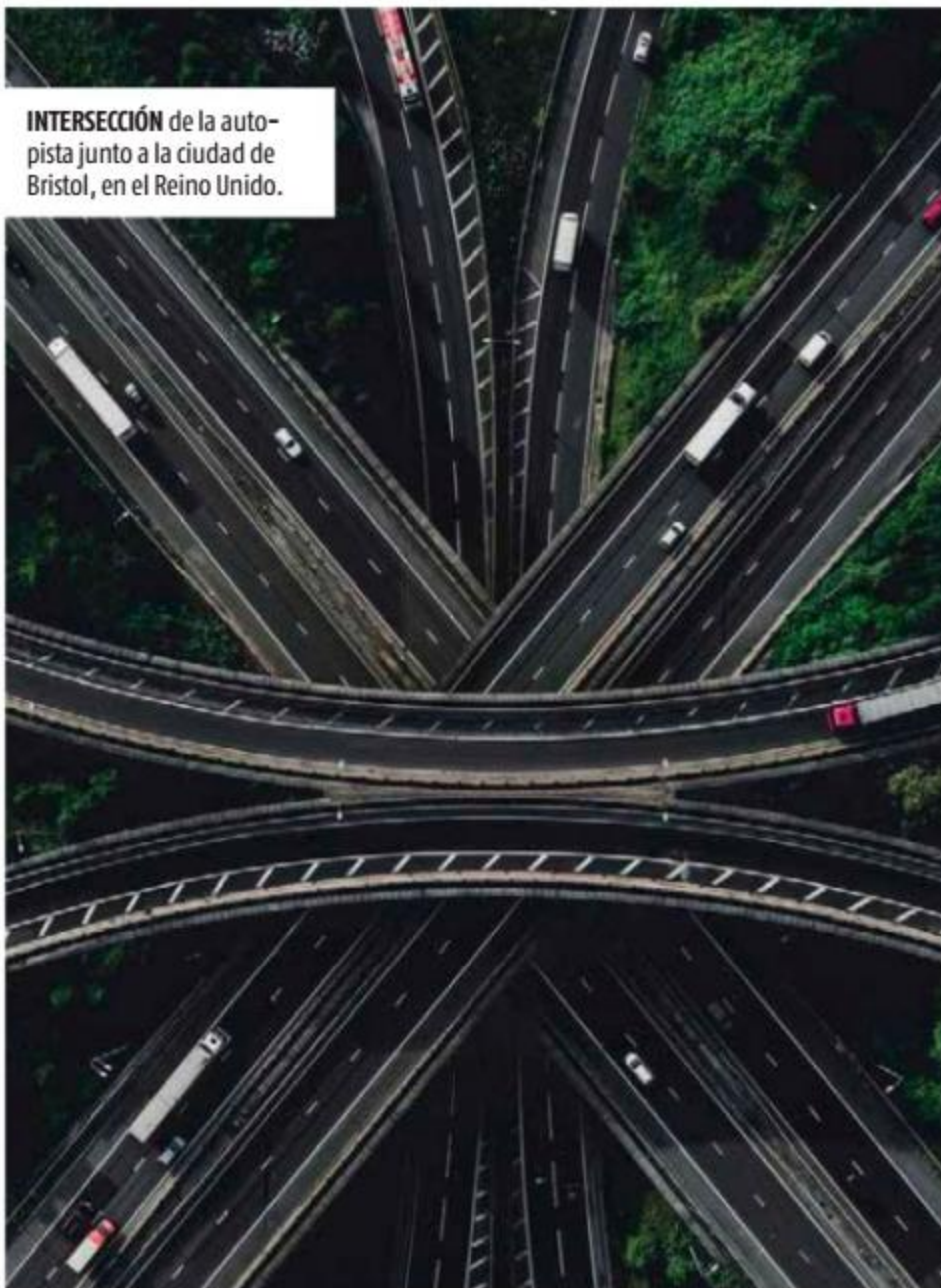
**UNA NOTA** de color en un concesionario de coches de Nueva Gales del Sur (Australia).



**LOS HERMANOS** Andrews apenas informan sobre sus fotos. Estos objetos sin identificar (¿sombrellas?) están en algún punto del sur de España.



**INTERSECCIÓN** de la autopista junto a la ciudad de Bristol, en el Reino Unido.

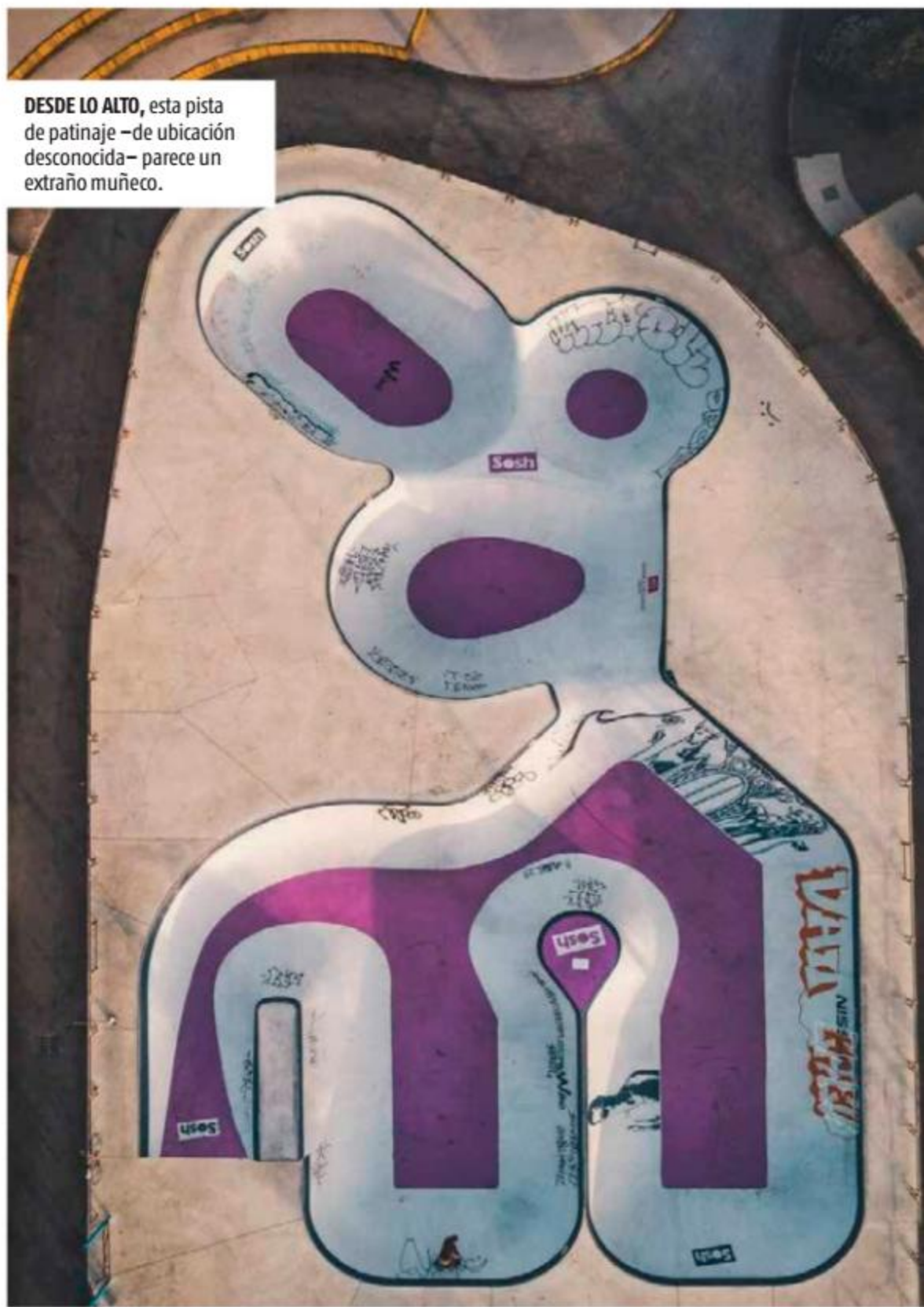


**SUPERFICIE DE** un depósito de relave, un residuo industrial mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos. La foto se capturó en el estado de Australia Occidental.

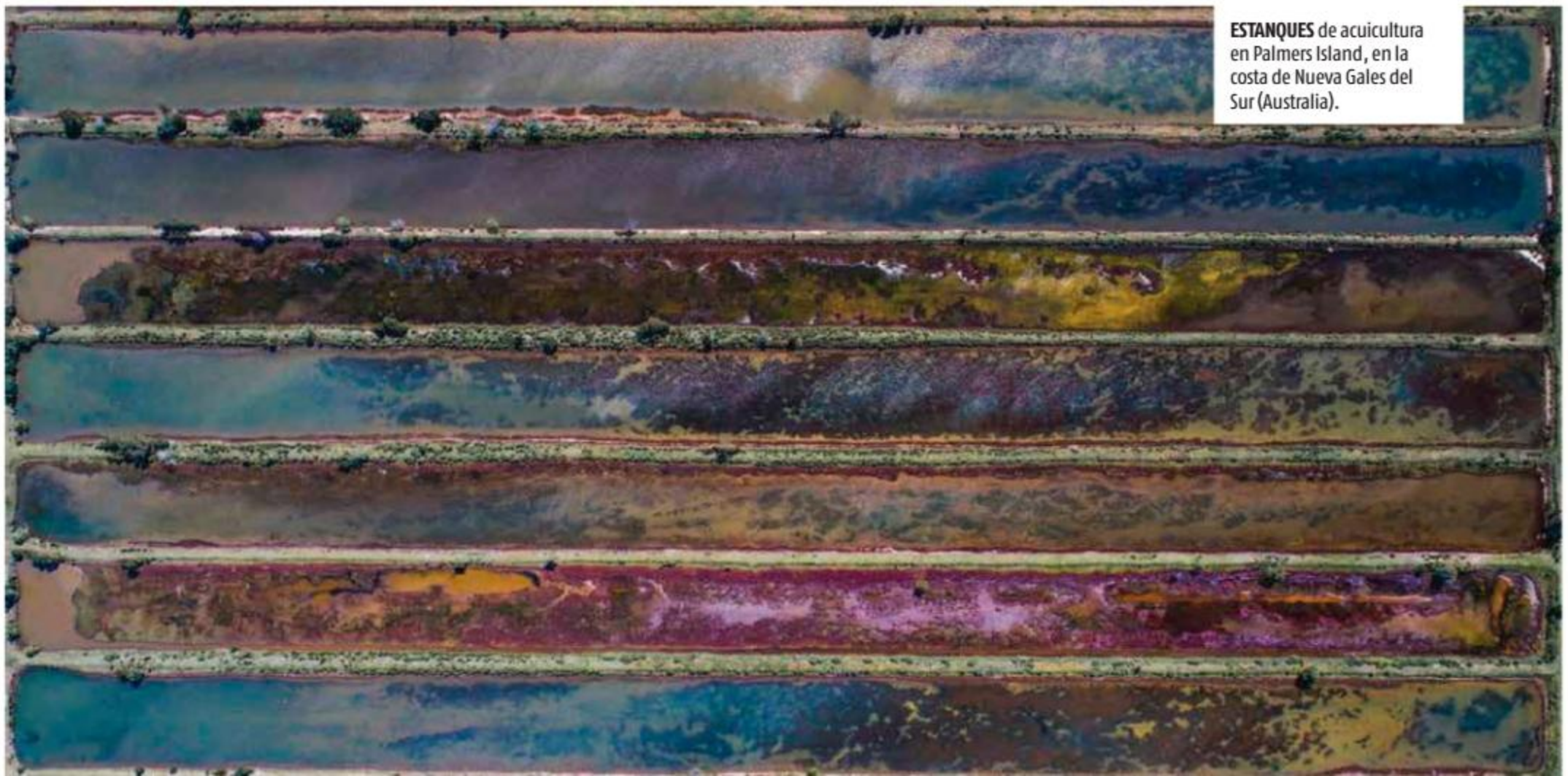


**UNA ZONA** de marismas en Anglia Oriental, región del este de Inglaterra.





**DESDE LO ALTO**, esta pista de patinaje –de ubicación desconocida– parece un extraño muñeco.



**ESTANQUES** de acuicultura en Palmers Island, en la costa de Nueva Gales del Sur (Australia).





HONG KONG.



**AUTORES.** Los hermanos británicos JP y Mike Andrews, autores de estas instantáneas con dron, que muestran los patrones geométricos creados por el hombre y la naturaleza. Desde los rascacielos de Hong Kong hasta las dunas en Dubái y las marcas de autos en Francia.



FOTOS: GROS BY GROUP





LA ROCHELLE, FRANCIA.



GRUISSAN, FRANCIA.



DUBÁI, EMIRATOS ÁRABES UNIDOS.



MONTECARLO, MÓNACO.



## PASADO Y PRESENTE DE UN CONCEPTO

# ¿QUÉ ES LA VIRILIDAD?

A lo largo de la historia, los varones de todo el mundo han estado siempre sometidos al examen continuo de la sociedad, que esperaba y exigía de ellos determinadas virtudes, como la fuerza, la valentía y el control de las emociones. El concepto de la virilidad dictaba cómo se suponía que debía ser y comportarse un hombre. ¿Hemos evolucionado?

Por Valérie Tasso

**E**l *Hagakure*, escrito a principios del siglo XVIII por el japonés Yamamoto Tsunetomo, es un célebre tratado que intenta reflejar por parte de un viejo maestro las enseñanzas que recoge el código bushido –las normativas éticas y de conducta que se esperan de un samurái– para llevarlo a sus más altas cotas de virtud. Es una obra de la que casi todo el mundo ha oído hablar en alguna ocasión, pero es dudoso que muchos la hayan leído.

En un pasaje del capítulo séptimo, Tsunetomo, en su habitual tono de consejo, explica lo que debe ser la excelencia del guerrero samurái, la virtud de su virilidad, y señala cuestiones como la siguiente: “Kichi-zaemon Yamamoto [hermano del autor] aprendió bajo la dirección de su padre cómo descuartizar perros a la edad de cinco años. A la edad de quince, aprendió cómo acuchillar criminales. Era un requisito para los samuráis de linaje cortar cabezas antes de llegar a los catorce o quince años de edad”.

Tras esta truculenta exigencia viene el lamento del autor por la “actual” –del siglo XVIII– falta de determinación y virtud en el arte del

trinchamiento y la decapitación por parte de los jóvenes aspirantes a samuráis, que siempre están dispuestos a encontrar subterfugios para no hacerlo –“Vemos que adoptan excusas para no matar escudándose tras un manto de palabras”– y anuncia lo que está por venir en esa degradación de la excelencia guerrera: “Dentro de poco parecerá que su verdadera función es pintarse las uñas”. Es decir, los samuráis harán dos cuestiones propias de las mujeres, a saber: dar excusas y pintarse las uñas. La virilidad de los guerreros se estaba poniendo en peligro.

Diecisiete siglos antes, y en la otra punta del mundo, Publio Elio Adriano (76-138) fue nombrado emperador de Roma. Se trató de un referente masculino mayúsculo, amante de la cultura y la filosofía, además de bravo guerrero, que condensó en sí mismo innumerables virtudes que hicieron de él uno de los emperadores más respetados por los suyos. Adriano fue, como no podía ser de otra forma para un soldado romano de su rango, un auténtico ejemplo: el paradigma de la virilidad. ▶





**MODELO MEXICANO.** En la lucha libre se escenifica el enfrentamiento entre la caballería de los técnicos y la brutalidad de los rudos, dos elementos asociados a la virilidad.





◀ **Sólo fue reprobado públicamente por su falta de virilidad una vez.** A la muerte de su amante Antínoo, Adriano cometió una imprudencia: lloró. Y ese llanto no era propio de un hombre viril, sino algo reservado a las mujeres. Por ese motivo algunos lo descalificaron como *muliebriter*, es decir, como una mujer sentimental. El hecho de que se calificara ese gesto de afeminado nada tenía que ver con que él y Antínoo –un bello joven favorito del emperador– fueran amantes, algo que no chocaba con las exigencias de la masculinidad, pero llorar sí lo era.

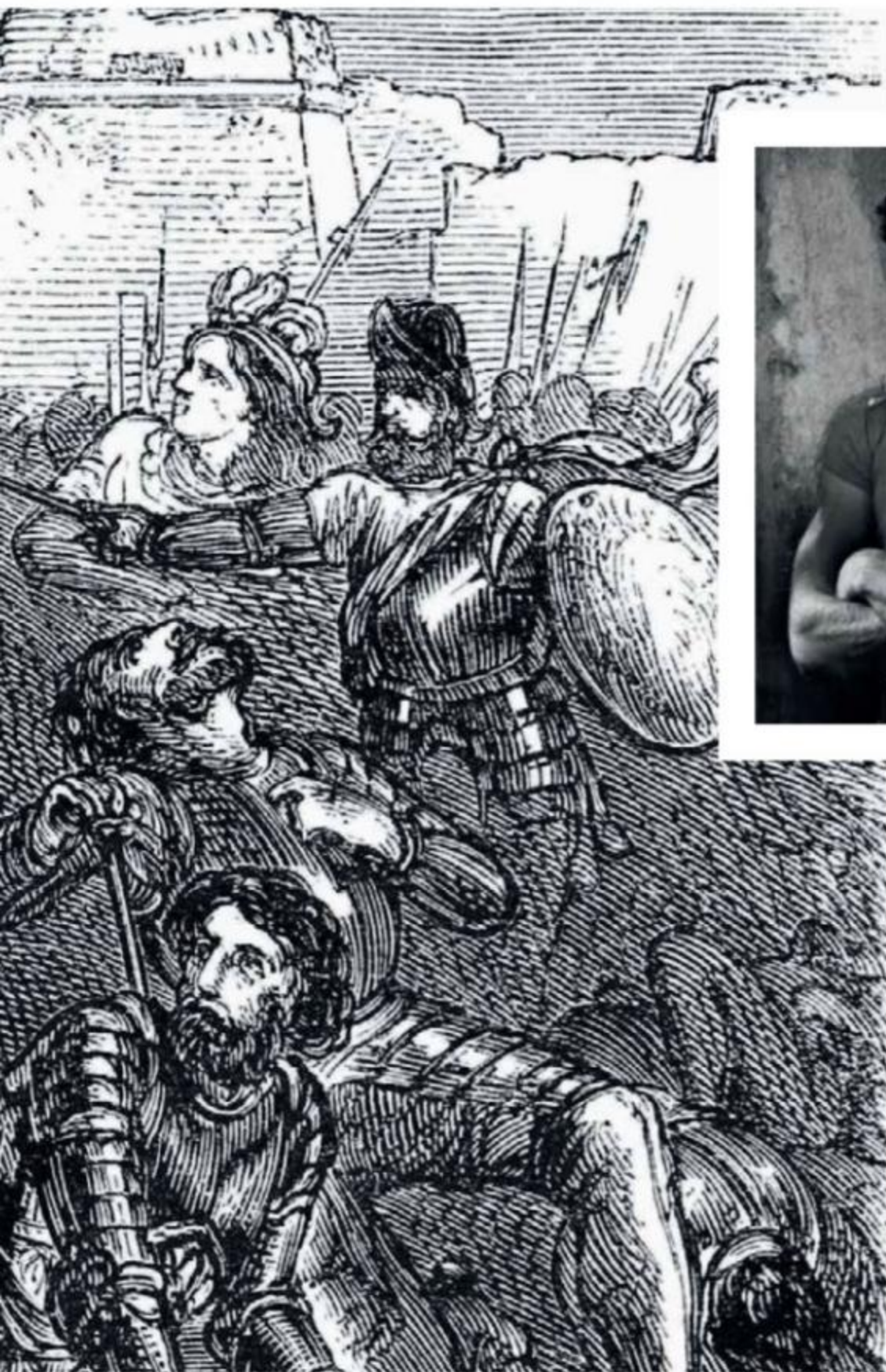
La virilidad es ante todo un constructo cultural que, como tal, depende en su categorización –decidir qué hace más o menos viril a un hombre– de la cultura concreta que lo categorice, pero que, pese a ello, conserva rasgos prácticamente universales a lo largo del tiempo y los lugares, como, por ejemplo, el que esa construcción cultural, en su origen, recaiga en lo masculino. La virilidad es una forma de concebir y propiciar una determinada y particular excelencia de lo masculino, un propósito y un ideal al que todo hombre que se precie debería aspirar... un reconocimiento de calidad a prueba de cualquier cosa.

**Por eso, porque se trata de una cualidad reservada a lo masculino en exclusiva,** no existe un equivalente al significado de virilidad en lo femenino. Sí podemos encontrar, por supuesto, un sinfín de exigencias culturales –en gran medida dictadas desde la virilidad del hombre– para que las mujeres sean, según tiempos y costumbres, un prototipo de virtud en cuanto a sujetos femeninos, tanto física como moralmente, pero no hay un término que simbolice la aspiración a la culminación de lo femenino como sí lo hace la virilidad respecto a lo masculino.

Lo femenino es para la virilidad la kryptonita que debilita sin remedio el concepto, pero también es el profesor Moriarty que, por contraposición, permite destacar y embellece al heroico Sherlock Holmes. Por eso, y en gran medida, la feminidad y todos los estadios intersexuados han sido tradicionalmente contruidos desde la virilidad. Todo es definido en relación a lo masculino: una mujer es lo que no alcanza la virilidad; un andrógino o un hermafrodita, es lo que en latín se denominaba, con desprecio, *semivir*, un “mitad hombre”. La tendencia a lo femenino, lo afeminado, es en un hombre y como hemos dicho, la peor desviación ante la “virtud” que implica la virilidad.

Categorizar lo masculino y buscarle una cierta y particular excelencia es intervenir directamente en la relación entre los sexos, en la forma en que lo masculino y lo femenino se comprenden recíprocamente y se





## Cortar cabezas antes de cumplir los 14 o 15 años era un requisito indispensable para los samuráis de linaje.

vinculan. Por eso mismo podríamos decir que la virilidad, además de un requerimiento social y moral, es ante todo una exigencia erótica: una forma concreta de entender las atracciones y los afectos entre los sexos.

Así concebida, la virilidad se convertiría en la exaltación de virtudes diseñadas culturalmente en su propio tiempo ideológico y a las que todo hombre que se reconozca como tal debería aspirar. Una virtud que se conseguiría con esfuerzo y sometimiento.

Los lectores más perspicaces ya habrán notado cierta hermandad etimológica entre los términos “virilidad” y “virtud”. Y no es un falso amigo, pues es cierto que ambas palabras emplean el mismo prefijo latino, *vir-*, que significa en sí mismo “hombre”, pero un hombre –en latín se empleaba el término, más común, de *homo*– en cierta medida calificado, por lo que su traducción más cercana sería quizá la de macho. Y sirve también para designar tanto los genitales masculinos

**LOS AZTECAS** en el arte son pintados con las características de guerreros clásicos europeos, con cuerpo musculoso y torneado. Se suponía que era por su actividad diaria y no por presumir el cuerpo. Hoy hacer pesas para formar músculo no se considera poco varonil, sino todo lo contrario. El físico del actor Dwayne Johnson (a la derecha) acentúa los rasgos viriles que ya proyectaba Marlon Brando hace casi 70 años en *Un tranvía llamado Deseo* (1951).

como la figura social del esposo, del marido que cumple. De este modo, tenemos el término virtud, que es ya en su concepción dependiente del hombre, pues sólo un *vir* puede aspirar a la virilidad, a la virtud.

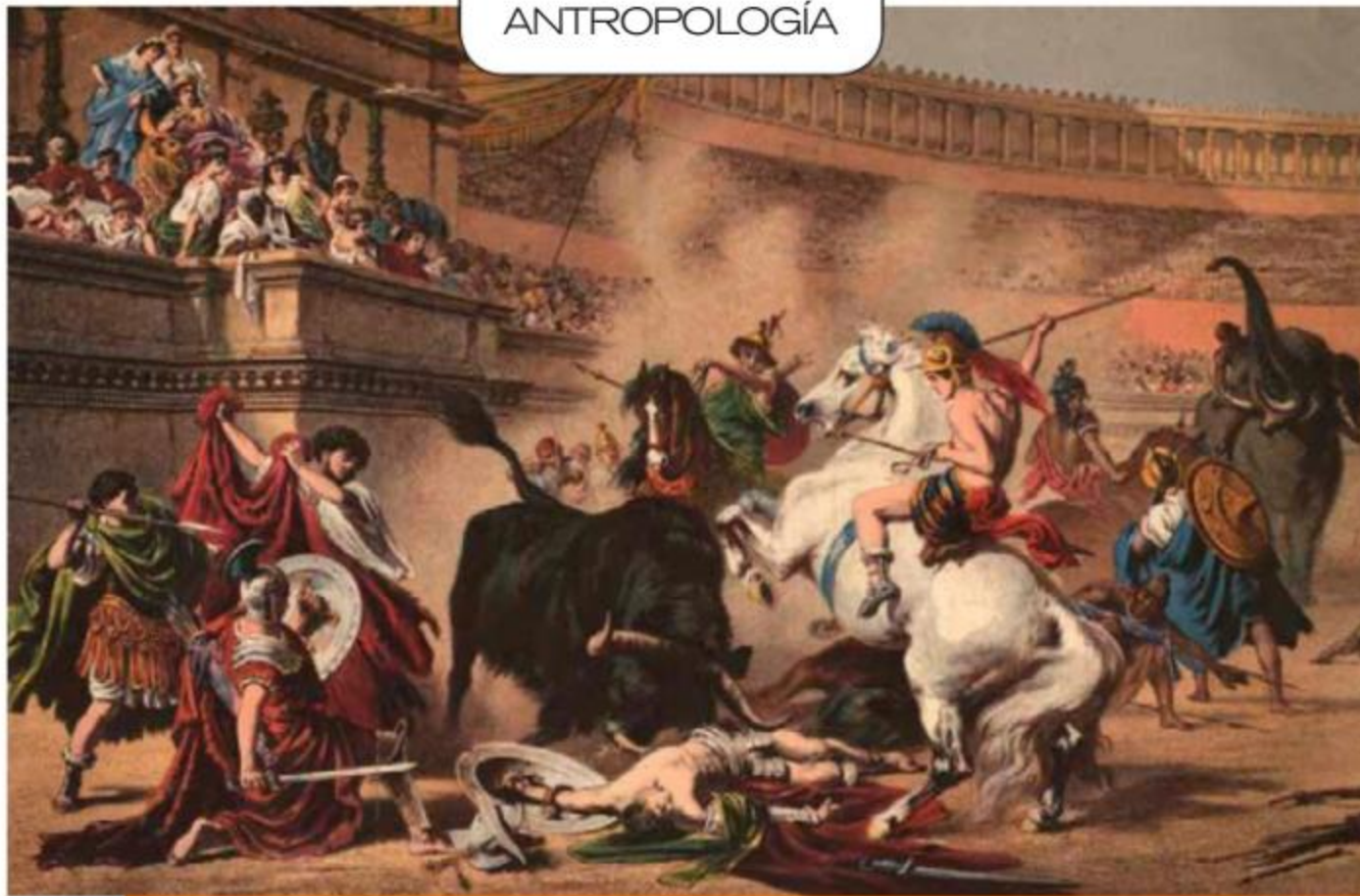
**Conviene recordar que la virtud siempre ha tenido dos elementos fundamentales:** el primero es ser un requerimiento exigente que, en compensación, otorga rango de autoridad y superioridad a quien con

ella es laureado. Así, aquel varón que no se acoge a las demandas de la virilidad, el que no cumple, el que no alcanza por el motivo que sea, es de inmediato despreciado por la sociedad, marginado, excluido de su grupo de pertenencia primaria –la masculinidad, en este caso– y, por ende, de toda la estructura social. Eso significa que la exigencia de virilidad otorgó al hombre una posición indiscutible de dominio y autoridad en todas las esferas de poder, pero no lo hizo de manera gratuita: no bastaba con ser varón para ser viril, había que demostrarlo con frecuencia. Y la sanción por el fallo en esa aspiración y propósito era cruel. Eso es lo que le hace afirmar al sociólogo Pierre Bourdieu, en su ensayo *La dominación masculina*, que “la virilidad es un privilegio y una trampa”.

La segunda característica propia de la virtud es que, como los llamados valores morales, es variable y adaptable en tiempo e ideología: lo que ayer resultaba viril hoy es considerado machista; lo que hoy se considera viril, ayer se entendía como falto de virtud.

**En Grecia, un cuerpo viril era un cuerpo naturalmente trabajado,** fuerte y musculoso, pero también grácil y elástico y exhibido en su plena desnudez –salvo el glande, que lo entendían como obsceno–, mientras que en Roma se consideraba viril ese mismo cuerpo, pero sin exhibirlo desnudo cuando combatía, competía o luchaba. ▶





## ADOCTRINADOS PARA LA GUERRA

**D**esde la Antigüedad, todas y cada una de las exigencias viriles han tenido un propósito principal: la optimización del sujeto para la guerra. De hecho, nos atreveríamos a aventurar la hipótesis de que, sin la concepción de

un mundo y una existencia en guerra, nunca (ni en Grecia o Roma ni en el Japón feudal... ni siquiera en la actualidad) habríamos creado y sostenido ese constructo de la virilidad. La virilidad resulta una excelencia no tanto en lo masculino como en la

guerra, sólo que desde siempre, hemos creído que el sexo más dotado para dar puñaladas o golpes y que tiene mayor determinación para destripar al adversario es el masculino. Por eso, la virilidad (salvo honrosas excepciones) ha recaído y sigue recayendo –aunque de forma cada vez más matizada– en aquellos individuos de nuestra especie a los cuales hemos alentado para que se crean capaces de matar o de dejarse matar por algo, es decir, los mencionados hombres.

Esa funcionalidad belicosa, determinada, inapelable, fogosa y carente de expresión de sentimientos es la que revierte en los procesos de subjetivación de los sexos, de ellos y de ellas. Y muy posiblemente es la que hace también que alrededor de ese arcaico modelo todavía se generen atracciones eróticas bastante particulares –algunas condenadas hoy en día por su asimetría, una falta de igualdad o directamente maltrato–. Ciertas personas consideran incluso ahora ese modelo como un ejemplo virtuoso para la conformación de la propia individualidad, así como de la personalidad. La guerra como escultora de nosotros mismos.

◀ En nuestra Edad Media, el viril era un cuerpo rocoso, pura musculatura sin excesiva agilidad, capaz de soportar los kilos y kilos de armadura que exigían una contienda o un torneo; pero el clasicismo de la Edad Moderna pedía en cambio una virilidad elástica, flexible, hábil en la montura ecuestre y en el uso del espadín o de la pistola de duelo.

Pese a esas diferencias, convendría responder a una pregunta: ¿qué características son esas que otorgan virilidad al hombre? Y para ello, y pese a la variabilidad de momentos y redefiniciones del concepto, nos atenemos a la antigua Roma, pues es su concepción la que más perdura, incluso hoy en día, en nuestra cultura. El viril romano, ejemplificado en la figura del *vir togatus* –el macho adulto que viste toga–, debe ante todo ser activo, nunca pasivo o sometido a la voluntad de otro –y mucho menos de una hembra, de un esclavo o de un jovencito amante–.

El *vir togatus* debe dominar y someter, nunca ser dominado o sometido. El control de sus emociones ha de ser mantenido a capa y espada, no puede permitirse ser sentimentalmente expresivo. De igual modo, tiene que asumir la autoridad de lo colectivo: cualquier iniciativa privada o de carácter egoísta a la que le lleve su ardor y que pudiera repercutir negativamente en lo colectivo es vista como señal indudable de flaqueza en la virtud, de poca virilidad. Y siempre, absolutamente siempre, debe mostrar en cada gesto, en cada acción, un ardor guerrero, una fogosidad indomable que lo lleve a esa voluntad de sometimiento. Cualquier titubeo, cualquier cobardía o debilidad son impropios de un viril. Todo en él debe tender a la valentía, a la seguridad, pero también a la templanza.

**Ésas eran, a grandes rasgos, las líneas maestras de la virilidad que regían sobre todos los aspectos de la existencia de un romano viril.** Por ejemplo, en la relación entre los sexos y en su forma de entender las amatorias y las eróticas. Sexualmente, la virilidad exigía siempre conquistar a la pareja como se toma una plaza fuerte; ser el elemento activo, el que penetra, el que satisface en exclusiva sus propias apetencias, el que rinde el fortín –de ahí el legendario horror romano a las dificultades sexuales–. Y daba igual que fuera con un amante masculino o con una mujer: ya hemos dicho que esa diferencia entre las preferencias sexuales de género no les importaban lo más mínimo y ni siquiera eran contempladas como diferencias.

Así, satisfacer los deseos del otro, por ejemplo, no sodomizando sino dejándose sodomizar, practicando una felación o realizando un cunilingus a una cortesana –la esposa no participa de los requerimientos eróticos, pues ella no está para el placer, sino para la administración de la *domus*, para lo doméstico–, en lugar de ser el exclusivo receptor de la felación y el sexo oral, estaba incluso penalmente sancionado. Nada hay más vergonzoso que un legionario siendo penetrado por un esclavo, nada más despreciable que un hombre practicándole sexo oral a una meretriz, nada más perverso en Grecia que el erastés –el hombre adulto que mantiene una relación pederasta con un adolescente– sometido al capricho del erómeno –el adolescente–. El (o la) amante debe ser sometido, utilizado, puesto a disposición exclusiva

**La virilidad no es sólo dominación y fuerza, también abarca valores como la templanza o la responsabilidad.**



del propietario de la virilidad. ¿Significa eso que el viril no puede amar?

No, en absoluto, pero no puede demostrar que lo hace y no debe amar a la esposa: el amor como sinónimo de pasión queda reservado a los amantes. La *vir* no permitía ningún trato de igualdad o reciprocidad en la relación entre los sexos, no se contempla la paridad. Aun cuando puedan cederse competencias exclusivas a la esposa en el mencionado ámbito doméstico, la última palabra, la máxima autoridad, es siempre del paterfamilias, del responsable de saciar la *fames*, el hambre de su grupo –de ahí proviene el término “familia”–.

Como exigencias de carácter más secundario y emanadas de las anteriores, el viril romano debía tener, como hemos apuntado, el cuerpo musculoso y torneado, pero nunca porque se esforzara en lograrlo –tomando el sol o levantando pesas–, sino por el propio desarrollo disciplinado y exigente de un cuerpo que trabaja, y que lo hace a la intemperie. Además, en Roma, debía saber nadar, puesto que hundirse en el agua era un síntoma de grave zozobra en su virtuosa existencia.

**¿Ha desaparecido en nuestros días el concepto de virilidad y su aplicación práctica y ética?** Los humanos, en relación con nuestras creencias y construcciones culturales, hacemos un poco lo mismo que realiza la vida con la diversidad: nunca tiramos nada.

De manera asombrosa, somos capaces de solapar creencias remotas sin que ello impida que surjan otras nuevas o que aquellas arcaicas se modifiquen, evolucionen y se adapten a los usos y costumbres ideológicos que nos gobiernan en determinado momento. Así, por ejemplo, la cristiandad no acabó con el paganismo ni la Ilustración con la cristianidad. Las creencias pierden hegemonía, pero permanecen agazapadas, silenciosas, a la espera de un posible nuevo florecer, de un nuevo sustrato ideológico que fertilice sus dogmas y propósitos.

En relación con la virilidad, con su concepto y aplicación, podríamos afirmar que a la permanencia de una virilidad, digamos, clásica –retrógrada, según algunos– que persiste prácticamente inalterada desde hace más de 20 siglos, le acompaña otra redefinición de la excelencia de la virilidad más andrógina, más abierta incluso a los sexos y no sólo constreñida a lo masculino. Una virilidad más selectiva a la hora de escoger los valores que contiene y que pudieran representarnos. En definitiva, una virilidad de nuestro tiempo.


Así, nos sigue excitando –nos atrae sexualmente y sirve de modelo de masculinización– el sudoroso capataz que, con el torso desnudo, reparte instrucciones a diestra y siniestra



**EN NUESTRA** cultura, la concepción actual de la virilidad no se ve menoscabada por algunas tareas que antes se consideraban netamente femeninas, como el cuidado de los infantes.

como si organizara las legiones en el campo de batalla, pero también la ternura de la mano de un padre que mece la cuna; el que tiene rasgos físicos embrutecidos, marcados y potentes, pero también el que es capaz de prepararnos una deliciosa pasta para cenar; el deportista capaz de saltar por el monte como una cabra, pero también el hombre que puede bailar, tierno, una balada; el que no duda en sus determinaciones y sabe dar órdenes, pero también el que logra escuchar con paciencia. Todas esas propiedades pueden hoy señalar la virilidad, pues en ella siempre ha habido valores como la templanza, la determinación, la valentía, el sentido de la responsabilidad, la pasión o la contención, que no debemos ni queremos tirar por la borda por más que se hubieran podido asociar, junto a otras detestables a nuestros ojos, con lo que hoy consideramos un cretino.

**De hecho, esa apertura de la virilidad a lo femenino se manifiesta cada vez más notablemente,** y no como un simple intercambio –por algunas personas pretendido– de roles, sino como los necesarios requerimientos de nuestro exigente modo de vida para una mujer, cualquier mujer, que debe afrontar su feminidad volcada en un mundo de competencia, de rendimiento perpetuo, de exigencias sin descanso y de precariedades que ha de encarar cada vez en una mayor soledad.

No: la virilidad puede estar reenfocándose, pero no ha desaparecido como un ideal. ¿Será porque, independientemente de sobre quién hacemos recaer esa concepción, seguimos considerando que el mundo es un campo de batalla y nuestra existencia es una guerra de perro-comes-perro? Resulta un triste destino este de seguir anclados en lo radical, tanto hombres como mujeres, de la misma forma que aquellos samuráis o aquel legionario romano ya referidos. 



64 PARTE I

QUE DESCANSES

68 PARTE II

LO MÁS IMPORTANTE: DORMIR

LA NUEVA CIENCIA DEL SUEÑO

# TU CUERPO NUNCA DUERME





Cuando caes en brazos de Morfeo, tu organismo no cierra los ojos del todo. Mientras el cerebro filtra y consolida los recuerdos relevantes, los demás órganos y tejidos trabajan sin descanso para que amanezcas con toda la energía. Por eso lo llamamos sueño reparador.

POR LAURA CHAPARRO

#### PARTE I QUE DESCANSES

**D**espués de una jornada agotadora, meterse en la cama y dormir profundamente es el mayor de los placeres. Cuando no se descansa bien, el cuerpo se resiente, sobre todo el estado de ánimo. ¿Qué mecanismos consiguen que uno se despierte como nuevo o, por el contrario, hecho un desastre? Depende mucho de lo que pasa durante esas horas nocturnas. Si lo comparamos con una cadena de montaje, el organismo nunca descansa del todo, ni siquiera durante el sueño: siempre está produciendo, aunque cuando dormimos hace tareas diferentes y disminuye el ritmo de actividad de algunos de sus operarios, que son los órganos.

“El dormir podría definirse como la ausencia de comportamiento, aunque dicho ‘no comportamiento’ no es real”, sostiene Elia Gómez, miembro de la Sociedad Española de Sueño, neumóloga y experta en medicina del sueño. Todos los sistemas del cuerpo realizan alguna tarea cuando cerramos los ojos, pero el elemento más importante en tal aspecto es el cerebro. Como director de orquesta que es durante el día, por la noche también se encarga de que la música siga sonando, pero a otro ritmo. “Decimos que el cerebro nunca duerme en el sentido de que nunca se apaga, aunque en el sueño pasa por distintos estados en los que lleva a cabo diferentes funciones”, puntualiza Dylan Smith, investigador del Centro de Estudios en Neurobiología del Comportamiento de la Universidad Concordia (Canadá).

**El descanso se organiza en ciclos de unos 90 minutos en los que se alterna el sueño no REM (fases I, II, III y IV) y el sueño REM, como se llama a esa etapa en que movemos los ojos rápidamente (*Rapid Eye Movement*) bajo los párpados y soñamos. Como explica Gómez, al sueño no REM se le atribuyen ▶**



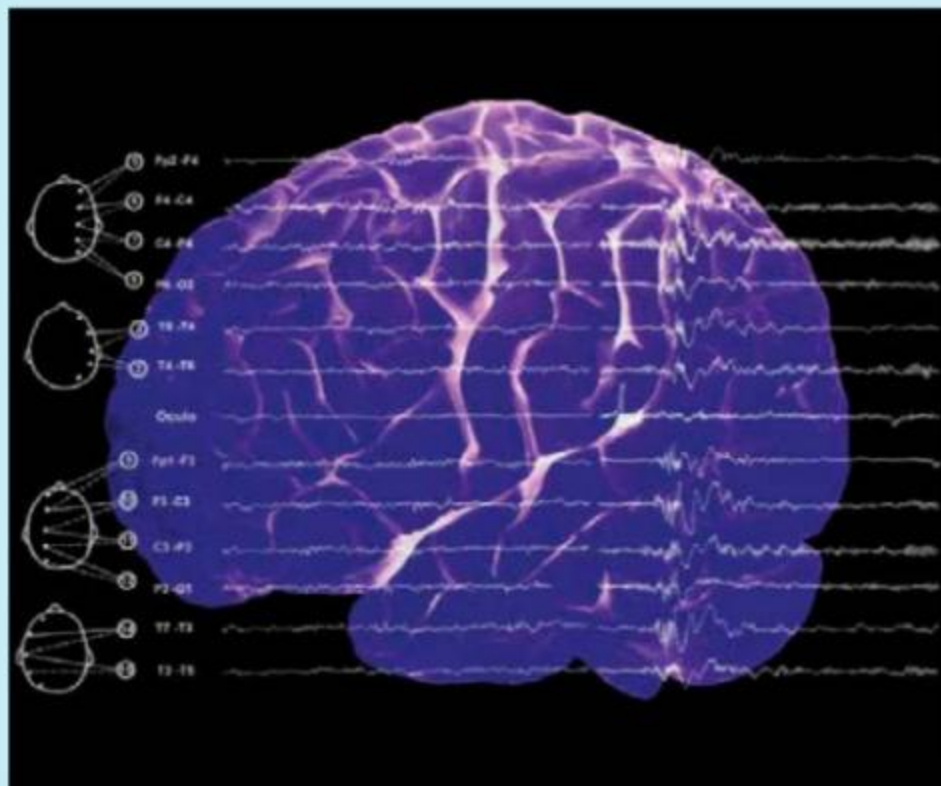


## 1 CEREBRO

### Mente en blanco... pero no tanto

Como muestra la resonancia magnética de las ondas cerebrales durante el sueño profundo (derecha), el cerebro ralentiza su actividad respecto a la vida diurna pero no la detiene del todo. De hecho, lleva a cabo procesos cognitivos necesarios para la recuperación del sistema nervioso y la consolidación de los recuerdos.

**El cerebro nunca duerme del todo porque nunca se apaga: de noche ejecuta funciones clave para el aprendizaje y la memoria.**



funciones de conservación de la energía y recuperación del sistema nervioso. Por ejemplo, la secreción de la hormona de crecimiento durante la fase III es fundamental para reparar y regenerar los tejidos. También en esa etapa, determinadas hormonas aumentan la síntesis de proteínas. “Durante el sueño no REM las células cerebrales se reducen de tamaño, lo que permite que el líquido circundante limpie el cerebro por la noche sin interrumpir importantes procesos cognitivos en curso”, apunta Smith. Por su parte, durante la fase REM se ejecutan funciones cognitivas tan importantes como el aprendizaje, la fijación de los recuerdos y la regulación emocional.

Si tuviéramos que recordar todas las vivencias transcurridas a lo largo del día necesitaríamos un cerebro de unas dimensiones descomunales. Durante la noche, el órgano que nos distingue como humanos hace limpieza, organiza y clasifica toda esta información, y almacena lo importante. “En la mente se produce una desconexión del entorno que permite la regeneración celular y la consolidación de la memoria”, indica Diego García Borreguero, director del Instituto de Investigaciones del Sueño.

Un equipo de investigadores ha identificado el proceso cerebral que refuerza o debilita los recuerdos diarios mientras dormimos. El estudio, publicado en *The Journal of Neuroscience*, revela que el órgano pensante reactiva durante el sueño redes de recuerdos relacionados entre sí. “Mediante la reactivación, el cerebro vuelve a darle peso a esa información y la codifica de nuevo. Es como cuando repasamos antes de un examen”, compara Lluís Fuentemilla, profesor de la Facultad de Psicología y del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Barcelona (UB) y autor principal del trabajo. Los científicos también han demostrado que en este proceso la materia gris promueve el

olvido de los datos menos relevantes y menos asentados en la red de recuerdos. Es lo que se conoce como consolidación de la memoria: unas vivencias se preservan y otras se olvidan para siempre. Esta función ocurre mientras dormimos. “El sueño tiene un papel activo en la organización de los recuerdos, es decir, en su preservación”, resume Fuentemilla.



El proceso se alarga durante varias noches aunque los expertos desconocen cuánto dura con exactitud. Lo que sí saben es que el hipocampo es epicentro de las memorias de nuestra vida diaria. En un estudio publicado en *Current Biology* con pacientes con epilepsia –cuyas neuronas del hipocampo están atrofiadas y alteradas–, Fuentemilla y su equipo de investigadores descubrieron que a quienes tenían dañados los dos hipocampos –uno en cada hemisferio cerebral– les resultaba más difícil reactivar y consolidar la información durante el sueño. La pregunta que surge entonces es: ¿el cerebro conserva todos los recuerdos? Una investigación con ratones dirigida por la Universidad de Cambridge (Reino Unido) mostró que al dormir la memoria hace limpieza, de forma que las conexiones neuronales que recogen información importante se fortalecen y las creadas a partir de datos irrelevantes se debilitan hasta perderse.

**El corazón es otro órgano que siempre está en funcionamiento, tanto de día como de noche,** pero a diferentes ritmos. Como explica Carlos Escobar, miembro de la Agencia de Investigación de la Sociedad Española de Cardiología, mientras dormimos el ritmo cardíaco disminuye y también caen la presión arterial, la frecuencia respiratoria y la temperatura central. No obstante, hay diferencias según la fase que estemos atravesando. “El sueño profundo (no REM) nos ayuda a descansar de la actividad desarrollada durante el día, incluyendo el sistema circulatorio, mientras que durante la etapa REM, cuando se despliega la actividad onírica, tanto la frecuencia respiratoria como la cardíaca pueden aumentar”, expone Escobar. El aparato circulatorio es uno de los sistemas más importantes del organismo, ya que se encarga de transportar los nutrientes y el oxígeno a todo el cuerpo e interviene en la regulación del sistema inmunitario, entre otras funciones. Durante el día, tanto la presión arterial como la frecuencia cardíaca aumentan porque están activos los distintos sistemas neurohormonales del organismo. “El aparato circulatorio trabaja las 24 horas del día aunque con ritmos diferentes, según las necesidades del organismo, que son menores durante el sueño”, destaca el citado cardiólogo.

Algo similar ocurre con la respiración. El sistema respiratorio proporciona el oxígeno necesario y expulsa el dióxido de carbono de forma constante, sin pausa. Cuando dormimos, la respiración al principio puede ser irregular, pero luego adopta un patrón superficial relativamente rápido y más uniforme. “Los pulmones se hacen más pequeños porque el diafragma sube al adoptar la posición boca arriba y también se produce una relajación muscular general, sobre todo de la musculatura del cuello y la que mantiene abierta la vía aérea, por lo que hay tendencia a roncar y a que se produzcan apneas o interrupciones de la respiración”, cuenta Eusebi Chiner, neumólogo y codirector de Pacientes en la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Cuando estamos despiertos la respiración es más regular, con ciclos más profundos, una mayor entrada de aire en cada ciclo respiratorio y sin paradas en la respiración. Al hacer ejercicio, este experto recuerda que la respiración se vuelve más rápida y superficial para suministrar el volumen necesario de oxígeno que consumirá el organismo.



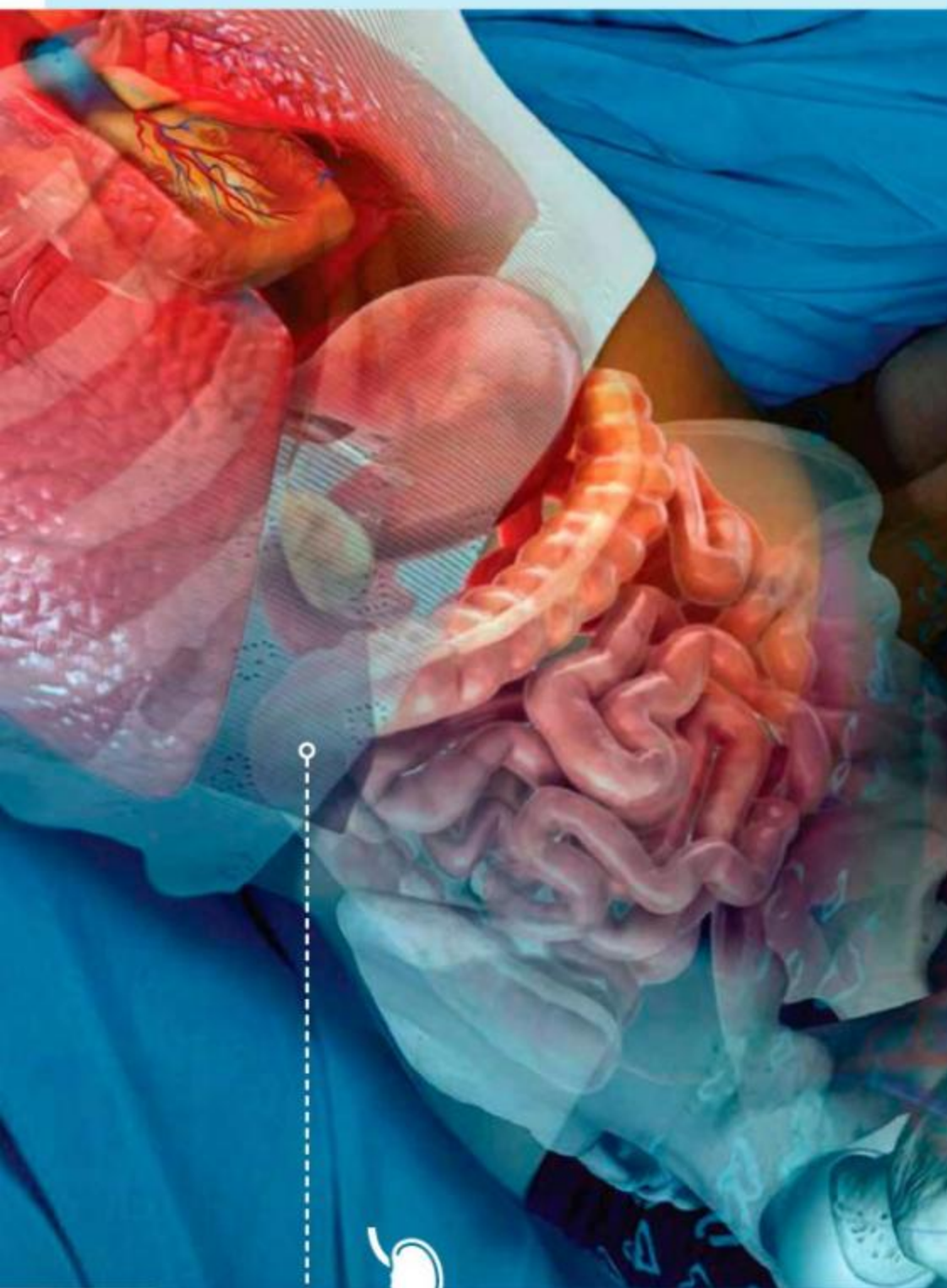
## 2 PULMONES

### Respirar bien para dormir

Durante la fase inicial del sueño, la frecuencia respiratoria es rápida al principio y poco a poco se hace más lenta. Al entrar en la etapa del sueño profundo, se ralentiza todavía más. Por el contrario, en la fase REM, el ritmo de la respiración se vuelve rápido e irregular. No es raro que se produzcan ronquidos o incluso apneas, con interrupciones del paso del aire a los pulmones.







### 3 APARATO DIGESTIVO

## El hambre da una tregua. ¿O no?

Durante las horas de descanso, el sistema digestivo hace que las hormonas que inhiben y estimulan el apetito (la leptina y ghrelina), alcancen un equilibrio. Si no se duerme lo suficiente, este proceso se ve afectado. Además, la falta de sueño también altera la actividad de los millones de bacterias de la microbiota intestinal.

### PARTE II

## LOS MÁS IMPORTANTE: DORMIR

Todas estas funciones son comunes en las diferentes franjas de edad. Sin embargo, los niños y niñas son especiales. ¿Quién no se ha sorprendido alguna vez al ver a un infante dar el estirón de una semana para otra? Esto ocurre sobre todo mientras duermen. “Durante esos días con sus noches, fundamentalmente, los procesos anabólicos de crecimiento han estado en particular activos y han determinado ese aumento de estatura”, describe Manuel J. Castillo, catedrático de Fisiología Médica de la facultad de Medicina de la Universidad de Granada. El anabolismo y el catabolismo son dos caras de una misma moneda. El primero engloba un conjunto de procesos metabólicos con una función constructiva y de recuperación. La función del catabolismo es la contraria, destructiva y de desgaste. En un adulto, como lo que gasta es casi lo mismo que lo regenerado, el catabolismo es prácticamente igual que el anabolismo, pero un niño que está creciendo recupera más de lo que consume. “Gasta durante el día y regenera más durante la noche, que es lo que condiciona el crecimiento”, señala Castillo. Esa regeneración se extiende a los huesos, a los músculos y a las estructuras funcionales cerebrales, y es lo que le permite crecer, hacerse más fuerte y aprender. Los fenómenos anabólicos, de formación, son los responsables de que los huesos crezcan durante la noche en la infancia gracias a la acción de diferentes hormonas. No obstante, el catedrático matiza que no nada más se crece mientras se duerme, sino que ocurre en episodios u oleadas. Cuando un niño enferma, no come o duerme poco, verá cómo su crecimiento se ralentiza o incluso se estanca, pero volverá a reactivarse y recuperará lo perdido cuando se recupere de su dolencia y haya pasado esa mala época, según Castillo.

**Quienes tampoco descansan nunca son los billones de bacterias alojadas en nuestro organismo.** Sólo en el intestino, estos microbios son más numerosos que las estrellas de la Vía







Láctea. En el libro *Yo contengo multitudes* (2017), el periodista Ed Yong analiza su papel: “Se dice que ahora estamos en el Antropoceno: un nuevo periodo geológico caracterizado por el enorme impacto que los seres humanos han tenido en el planeta. También podría argüirse que seguimos viviendo en el Microbioceno: un periodo que comenzó en los albores de la vida y continuará hasta su fin”.

Las relaciones entre los microbios y el sueño empezaron a explorarse hace cuatro décadas. James Krueger, investigador de la Universidad Estatal de Washington, lleva desde los años ochenta analizando estas conexiones. En este tiempo ha comprobado la forma en que los microbios desempeñan tareas esenciales para el organismo, como sintetizar moléculas

**ESTUDIO** sobre la fisiología del sueño en el Hospital Pierre Wertheimer de Lyon, en Francia (arriba).

necesarias para la vida. Según explica Krueger, “en el interior del intestino, las bacterias cambian con las fragmentaciones o pérdidas grandes de sueño. Con una privación muy prolongada del descanso,

estos microbios cruzan la pared intestinal y llegan a la sangre”. Lo que los investigadores desconocen es si esos cambios y desplazamientos también podrían producirse en cada ciclo diario de sueño y no únicamente con pérdidas largas. En una investigación dirigida por Krueger y publicada en *International Review of Neurobiology*, los autores afirman que los microbios intestinales podrían influir en el funcionamiento del sueño. De hecho, a la microbiota, en sentido inverso, ya le afectan la dieta, el ejercicio y los llamados ritmos circadianos.

Los humanos, como la mayoría de los seres vivos, nos regimos por un reloj biológico que dura 24 horas y que coincide con los periodos de sueño y vigilia. Aquí entran en juego los ritmos circadianos, cuyo descubrimiento fue reconocido con el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 2017. “El cuerpo humano es un reloj ▶

**Una privación prolongada del descanso afecta a los millones de microbios que habitan en nuestro intestino.**



## DEMASIADA LUZ ALTERA EL REPOSO

Entre 2012 y 2016, la iluminación artificial nocturna aumentó 9.1% en todo el mundo, según una investigación publicada en *Science Advances*. América del Sur, Asia y África son las regiones del planeta donde más se ha incrementado la instalación de luz eléctrica. Por el contrario, los países que ya estaban muy iluminados, como Estados Unidos, Italia o España, se han estancado en cuanto a la emisión luminosa.

“Una de las preocupaciones del mundo actual es el exceso de iluminación eléctrica, porque confunde al cuerpo”, comenta Graham Law, investigador de la universidad británica de Lincoln. Cuando se apagan los estímulos lumínicos el cuerpo empieza a desconectarse y se favorece el inicio del sueño; pero si la luz artificial es permanente o excesiva, altera el reloj biológico y los ritmos circadianos, lo que repercute de forma negativa en la salud.



**ELECTROENCEFALOGRAFÍA (EEG)** para registrar la actividad eléctrica espontánea que se produce en el cerebro durante el sueño.



**Si el sueño existe en los homínidos desde hace millones de años, es que debe tener una utilidad evolutiva importante.**



## 4 HUESOS Y MÚSCULOS

### Reparación y crecimiento

Mientras dormimos, los músculos se relajan y así se regeneran y fortalecen (igual que los huesos) del desgaste producido por la actividad diurna. Durante el sueño aumenta la producción de la hormona del crecimiento, por lo que se estimulan los procesos que nos hacen aumentar de estatura en los años de infancia y adolescencia.



pautado por esos ritmos, que permiten regular de manera fisiológica las distintas funciones orgánicas”, dice Escobar. Circadiano viene del latín *circa*, que significa “alrededor de”, y *dies*, “día”. Con una precisión exquisita, nuestro cronógrafo natural adapta las funciones del organismo a las diferentes fases de la jornada. El sueño, los niveles de hormonas, la temperatura corporal, el comportamiento o el metabolismo son ejemplos de actividades regidas por el reloj biológico. Cuando este indicador interno no se corresponde con el externo, por ejemplo, cuando viajamos a través de diferentes zonas horarias y llegamos a un lugar en que es de día aunque según nuestro cronógrafo ya deberíamos estar durmiendo, experimentamos un desfase o *jet lag* del cual nuestro organismo se resiente.

**Graham Law, profesor de Estadística Médica en la Universidad de Lincoln (Reino Unido)** y coautor del libro *Sleep Better: The Science and the Myths* (*Dormir mejor: la ciencia y los mitos*) sostiene lo siguiente: “El ritmo circadiano es un componente esencial de nuestra biología. Utiliza señales ambientales como la luz, la temperatura, la alimentación y la actividad social para indicar al cuerpo en qué parte del ciclo diurno o nocturno se encuentra

FOTO: GETTY IMAGES





y así éste puede actuar de la forma más apropiada para tal momento”. Pero dicho ciclo circadiano no es el único que rige a los seres vivos. En el caso de las mujeres, la menstruación sigue un ritmo circamensual y hay hormonas que se secretan en impulsos de horas, con una pauta circahoral. Los animales que hibernan durante una época del año, como los osos, se guían por un ritmo circaestacional. “El universo y la vida son ritmo”, mantiene el catedrático de Fisiología Médica de la Universidad de Granada, Manuel J. Castillo.

Lo cierto es que son incontables los seres vivos que utilizan las horas de sueño para restaurar el cuerpo. De hecho, gran parte de la investigación realizada en este campo emplea modelos animales. Los ganadores del Nobel de Medicina de 2017, Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash y Michael W. Young, usaron moscas de la fruta para elucidar los mecanismos moleculares que controlan el ritmo circadiano. Este proceso puede haber tenido su papel en la evolución de las especies. “Como decía Allan Rechtschaffen, investigador pionero en este campo, si el sueño no es una función vital del ser humano, entonces es el mayor error en nuestra evolución”, explica Milagros Merino, coordinadora de la Unidad de Trastornos Neurológicos del Sueño del Hospital Universitario La Paz, de Madrid. La experta recuerda que este estado fisiológico existe en los homínidos desde hace millones de años y que si ha persistido quiere decir que debe tener una utilidad real. De hecho, cuando no descansamos bien, la salud se resiente. Un estudio de la Universidad de Tubinga (Alemania) publicado en *Journal of Experimental Medicine* ha

mostrado que el sueño mejora la capacidad potencial de algunas de las células inmunes del cuerpo (las células T) para combatir una infección. Se llevó a cabo con participantes despiertos y dormidos y podría servir para explicar dolencias influidas por la falta de sueño, como la depresión o el estrés crónico.

**“Cuando dormimos poco o mal de forma persistente, se debilita el sistema inmunitario, aumenta la propensión al sobrepeso y la diabetes tipo II,** y hay más riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares o procesos depresivos”, asegura Francisco Javier Segarra, coordinador de la Clínica del Sueño Estivill y codirector de la Unidad de Patología del Sueño del Hospital Universitario General de Cataluña. Una vez que los ritmos circadianos se alteran, se produce una cronodisrupción que favorece la aparición de problemas cognitivos, anímicos, físicos y médicos. Es lo que sufren las personas que trabajan a turnos alternos de mañana, tarde y noche. En Europa se calcula que 20% de la población labora con estos horarios. “Al organismo no le da tiempo de adaptarse y, si no se recupera adecuadamente, entonces se debilita”, confirma Castillo. Hormonas como la del crecimiento, el cortisol o la melatonina, que se segregan de forma cíclica durante las horas nocturnas, sufren desajustes en las personas que trabajan por turnos. Estos casos demuestran cuán importante resulta tener una buena higiene del sueño, regular y de calidad, con el fin de permitir que tanto órganos como tejidos y microorganismos realicen correctamente su trabajo para despertar como nuevos. **M**



# ¿Cómo funciona la

## MICROBIOTA DEL APARATO DIGESTIVO

● Beneficiosas ● Perjudiciales

### SALIVA

Un mililitro contiene 40 millones de bacterias de unas 25 especies. Destacan *Streptococcus sanguinis* y *Streptococcus mutans*, responsables de la placa dental sana y las caries, a las que acompañan otras relacionadas con la halitosis, la gingivitis, etc.



*Streptococcus sanguinis*



*Porphyromonas gingivalis*



*Actinomyces naeslundii*



*Streptococcus mutans*

### COLON

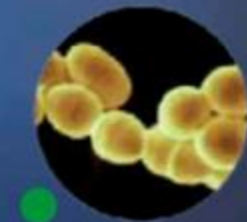
Aquí, las bacterias proliferan por la falta de oxígeno. Originan gases al fermentar la celulosa en azúcares sencillos. También sintetizan vitaminas B y K, que se absorben en la pared del colon y favorecen la recuperación de iones (hierro, calcio y magnesio).



*Lactobacillus*



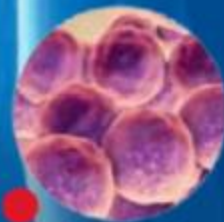
*Bifidobacterium*



*Ruminococcus*

### INTESTINO DELGADO

La flora más abundante —unos 100 millones de bacterias por gramo— vive al final de este extenso tramo del sistema digestivo. En su mayor parte es anaerobia, esto es, no necesita oxígeno para vivir.



*Peptococcus*



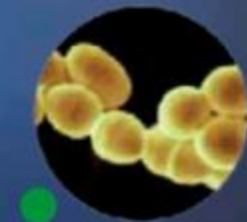
*Clostridium*



*Enterobacterias*



*Bacteroides*



*Ruminococcus*

**E**l conjunto de microorganismos que habita el sistema digestivo humano podría considerarse casi como un órgano más, pero no nacemos con él. Nuestro intestino es colonizado por las bacterias que le transfiere la madre al bebé a través del canal del parto, por el medio ambiente y por la lactancia. Y después sigue incrementándose mediante el contacto con el exterior, los hábitos higiénicos, la ingesta de alimentos, etcétera. A continuación te ofrecemos una radiografía de su composición y sus múltiples e importantes funciones. **M**

### ESTÓMAGO

Cada día, las glándulas gástricas secretan 1.5 litros de jugos corrosivos que contienen ácido clorhídrico. Sólo las bacterias del género *Lactobacillus* y *Streptococcus*, así como la especie *Helicobacter pylori*, causante de tumores y úlceras, sobreviven a este infierno.



*Helicobacter pylori*



*Lactobacillus*



*Streptococcus*

Se estima que el microbioma intestinal pesa entre **1.5 y 2 kilos**



# ¿Qué es la flora intestinal?

## ¿PARA QUÉ SIRVE?



Refuerza y estimula el sistema inmunitario intestinal, que constituye la parte más extensa del aparato defensivo de nuestro organismo.



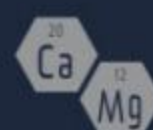
Nos protege de bacterias que pueden causar infecciones.



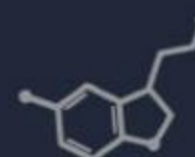
Permite la correcta digestión de alimentos como la fibra vegetal, los lípidos, la lactosa, etc.



Sintetiza las vitaminas del grupo B y la K.



Ayuda a absorber calcio, magnesio y hierro.



Produce ácidos grasos de cadena corta, que acidifican el interior de los intestinos e inhiben así el crecimiento de bacterias patógenas.

## FACTORES NEGATIVOS



Incorrecta alimentación o cambio de dieta.



Alergias e intolerancias alimentarias con trastornos gastrointestinales.



Uso continuado de laxantes.



Déficit del sistema inmunitario por situaciones de estrés, vuelta de vacaciones o cambios de estación (astenia primaveral u otoñal).



Infecciones recurrentes en adultos o niños (otitis, faringitis, gastroenteritis, etcétera).



Los antibióticos afectan al funcionamiento de la microbiota. Muchas veces producen diarrea.



Trastornos gastrointestinales.

## ¿QUÉ PASA CUANDO SE ALTERA?

(Disbiosis intestinal)

- 1 Se reduce la capacidad de absorber nutrientes.
- 2 Se alteran los mecanismos de defensa del tracto digestivo.
- 3 Se desarrollan bacterias patógenas que desencadenan diarreas, gases, hinchazón, pesadez o estreñimiento.

### PUEDEN PROVOCAR:

Alergias y asma

Enfermedades cardiovasculares

Diabetes y obesidad

Cáncer

Enfermedades intestinales inflamatorias

## CRECIMIENTO

La cantidad de la flora intestinal fluctúa a lo largo de toda la vida en función de factores como la alimentación, el estrés, los cambios hormonales, etcétera.

Cantidad de bacterias por gramo de heces





## ¿Qué países son los principales productores de cacao?

Del cacao, perteneciente a la familia de las malváceas (que también conforman el algodón y la jamaica), se cultivan aproximadamente cuatro especies. Esta semilla se toma del árbol del cacao (*Theobroma cacao*), que alcanza entre seis y 10 metros de altura. El continente a la delantera en su producción es África, con 76.4% según datos de la Organización Internacional del Cacao entre 2016-2017. Detrás va América, con 16% de la producción y luego, con 7.5%, Asia y Oceanía. La lista actual de los mayores productores según dicha organización es la siguiente (producción en miles de toneladas):

- › Costa de Marfil (2,020)
- › Ghana (969)
- › Ecuador (290)
- › Indonesia (270)
- › Camerún (246)
- › Nigeria (245)
- › Brasil (174)
- › Papúa Nueva Guinea (38)

Fuentes: biodiversidad.gob.mx; icco.org



## ¿Cómo eran las mariposas antiguas?

Desde hace 200 millones de años, las mariposas revolotean en la Tierra. Las poblaciones de aquella época eran muy parecidas a las actuales e incluso tenían características muy similares a clados aún vivos, como la trompa larga que usan para chupar el néctar de las flores. Sin embargo, esto desconcierta a los científicos porque en ese entonces no existían las plantas con flores, y esta característica que se cree había formado parte de su adaptación y evolución, ahora se sabe que estuvo presente desde mucho antes de que fuera necesaria. La evidencia fósil más antigua de estos insectos del orden Lepidoptera fue encontrada en Alemania por investigadores liderados por la Universidad de Utrecht (Países Bajos), y el estudio respecto a ello se publicó a principios del año pasado.

Fuentes: eurekaalert.org; advances.sciencemag.org



## ¿Por qué la comida sabe mejor cuando tenemos hambre?

Porque el hipotálamo, una región del cerebro, se encarga de que así sea. Un equipo de investigadores del Instituto Nacional de Ciencias Fisiológicas de Japón estudió las neuronas que se activan durante los estados de hambre y se descubrió que dos vías neuronales modulan las preferencias del sabor. Unas neuronas se encargan de hacer que la comida sepa más dulce y otras disminuyen la sensibilidad a los sabores amargos, haciendo que estos sean menos difíciles de comer. Ello permite que los alimentos nos sepan mucho mejor cuando estamos hambrientos.

Fuente: eurekaalert.org; nature.com



FOTOS: GETTY IMAGES



# ¿Hay distintos tipos de rayos?

Sí, y se clasifican mediante dos principios: por la dirección de su trazo o si la descarga ocurre entre nubes o entre nube y tierra. Te mostramos en qué consiste cada uno.

CAEN RAYOS MÁS DE 8 MILLONES DE VECES AL DÍA; AUN ASÍ EL RIESGO DE QUE UNO DAÑE A UNA PERSONA ES MUY BAJO.



Nube-tierra	Tierra-nube	Nube-nube
Es el más peligroso. Se desplaza desde la nube al piso. Al impactar puede provocar graves daños tanto a personas como a objetos y propiedades. Se subdivide en tres tipos: perla (genera intersecciones en cadena de secciones cortas y brillantes; es muy raro), staccato (dura muy poco, con luz muy brillante y cuantiosas ramificaciones) y bifurcado (también con ramificación, pero de mayor duración).	Se da entre la tierra y una nube cumulonimbus, con un trazo ascendente que se forma cuando los iones con carga negativa ascienden desde el suelo y en cierto punto se encuentran con los iones de carga positiva de la nube; al chocar vuelve a la tierra a toda velocidad. Los rayos de este tipo solamente representan 1% de las descargas eléctricas a nivel mundial.	Puede ser entre dos nubes separadas o dentro de una misma. Los primeros reciben el nombre de internube, mientras que los segundos, y más frecuentes, son llamados intranube.

Fuentes: [aiditecsystems.com](http://aiditecsystems.com); [cdc.gov](http://cdc.gov)

## ¿Cuántos años puede vivir un chimpancé?

Los chimpancés, los primates con los que compartimos 98.7% de nuestros genes, viven una media de 40 años, pero pueden alcanzar hasta los 60 en cautiverio. Existen dos especies de chimpancés, el común y el pigmeo o bonobo, pero las diferencias entre ambos son muy pocas. A los bonobos los puedes distinguir porque tienen piernas más largas, brazos más cortos y tronco más estrecho que los comunes, además de que son más bajos y tienen un cráneo redondeado.

El tiempo que viven difiere sólo por unos años con el de otras especies de primates, aquí te lo mostramos:



### -Chimpancés:

Una media de 40 años.

### -Orangutanes:

Pueden vivir hasta 60 años.

### -Gorilas:

De 35 a 40 años.

### -Mandrill:

46 años, en promedio.

### -Lémur:

30 años en cautiverio.

Fuentes: [wwf.es](http://wwf.es); [janegoodall.es](http://janegoodall.es); [animaldiversity.org](http://animaldiversity.org); [zoobarcelona.cat](http://zoobarcelona.cat)

LOS CHIMPANCÉS Y LOS BONOBOS COMPARTEN UN ANCESTRO COMÚN CON HUMANOS DE HACER APROXIMADAMENTE ENTRE 4.5 Y 6 MILLONES DE AÑOS.



## ¿A qué velocidad corre la hormiga más rápida del mundo?

El rápido movimiento de las hormigas plateadas del Sahara (*Cataglyphis bombycina*) hace que puedan salir a buscar comida a mediodía, cuando los rayos del Sol son insoportables. A pesar de sus patas cortas, son capaces de dar largas zancadas y coordinar sus seis extremidades para hacer un movimiento como si cabalgaran sobre las calientes arenas del desierto. Sus patas son capaces de alcanzar una velocidad de 855 mm/s (o bien 3,078 km/h), lo que equivale a desplazar 108 veces la longitud de su propio cuerpo.

Fuente: [jeb.biologists.org](http://jeb.biologists.org); [eurekalert.org](http://eurekalert.org)





# EPIFANÍA

Tienes una epifanía cuando de pronto descubres algo: la revelación te cae como un rayo de luz. Y esta idea viene de cómo lo divino se presenta ante algunos personajes; tal es el caso de los Reyes Magos. **Por Ana Sofía Ramírez Heatley**

**E**l 6 de enero de cada año se lleva a cabo una fiesta que muchos niños esperan deseosos; se trata del día de Reyes, conocido también como Epifanía y celebrado de distintas maneras en países de religión católica. La

palabra de origen griego *epiphaínein*, "poner de manifiesto, manifestar", pasó al latín tardío como *epiphania*, de donde deriva el vocablo con que nombramos esta celebración en español. En su forma griega el término está compuesto por el prefijo *epi-*, "sobre; hacia", y *phaínein*,

"mostrar". Comencemos por revisar el segundo componente de la palabra. Como otras voces de nuestra lengua, es posible rastrear su origen hasta ser vinculada con un término indoeuropeo, en este caso *bhā*, que significa "brillar". Analizar la relación entre la festividad de la Epifanía y la luz o acción de brillar es un recorrido hacia el pasado que incluso nos conduce a los rituales de civilizaciones antiguas. Además, el prefijo *epi-*, breve aunque influyente, resulta un elemento proveniente también del griego que otorga a esta palabra el sentido de ubicación y movimiento, símbolo del camino recorrido para hallarse frente a la luminosidad.

De acuerdo con la etimología de la palabra, cabe preguntarse cuál es la relación entre la celebración de los Reyes Magos y la luz. Para ello debemos recurrir a una escena representada en los tradicionales nacimientos, cuyo relato seguro hemos escuchado desde la infancia. Si acudimos al evangelio de Mateo, ahí se narra el episodio de unos magos —no se especifica que fueran reyes ni cuántos eran— que llegaron de Oriente siguiendo una estrella que avanzaba delante de ellos para



FOTOS: GETTY IMAGES





## LA LUZ VENCE A LAS TINIEBLAS

**E**n esencia, la manifestación de lo divino o revelación de la luz es un acontecimiento presente en muchos cultos antiguos. La fecha elegida para la Epifanía o fiesta de Reyes coincide con ritos diversos basados en un fenómeno de la naturaleza, como el solsticio de invierno, que implica que a partir de esa fecha los días empiezan a alargarse, además de simbolizar el triunfo de la luz del Sol sobre las tinieblas. Por ello, esta celebración es una de las más antiguas para la Iglesia católica junto con la Navidad y Pascua. Asimismo,

puede existir cierta confusión porque otros acontecimientos en la vida de Jesús toman este mismo nombre, como la revelación de su naturaleza divina en su bautizo o la manifestación de su divinidad en el milagro de las bodas de Caná.



mostrarles el camino; el astro se detuvo justo encima del sitio donde se encontraba el niño. Esa estrella con su luz simboliza también la luminosidad que emana de una figura considerada divina, como la de Jesús, capaz de atraer a los supuestos magos, quienes quizás eran astrólogos o sabios. Por lo tanto, la Epifanía es una festividad para conmemorar la primera manifestación de la divinidad de Jesús frente a la humanidad. Algunas fuentes especifican que se presenta primero ante los gentiles; es decir, la primera revelación de su luz ocurre ante quienes no profesaban la misma religión. De vuelta al origen etimológico de epifanía, dado el contexto de la celebración de la primera revelación de Jesús, queda claro el sentido implícito del griego *phaínen*, "mostrar", desde el momento en que el niño se vuelve visible frente a los demás como una manifestación de lo sagrado.

Sin embargo, la radiografía del origen de esta palabra no queda completa hasta no haber abordado su prefijo. *Epi-*, como en muchas otras voces que lo comparten, significa "sobre, hacia". De esta manera, el camino de los Reyes Magos se convierte en un tránsito en dirección hacia la luz. En su primera acepción —puesto que el diccionario registra como segunda la relacionada con la propia festividad religiosa—, epifanía es sencillamente una "manifestación, aparición, revelación", lo que bien coincide con el tránsito hacia la develación de algo que anteriormente se encontraba oculto a la vista de los demás. **M**

## MILAGROS NATURALES

**E**n las festividades que se relacionan con este término intervienen elementos en común como la luz y el agua. En Egipto, además, la fecha coincide con el desbordamiento de las aguas del río Nilo, y en Medio Oriente incluso con elementos maravillosos, como fuentes de las que brota vino en lugar de agua. Lo cierto es que todos estos acontecimientos tienen conjuntamente la aparición de lo que antes permanecía fuera de nuestra vista, una suerte de milagro para quienes tienen fe o todavía se sorprenden con los ciclos y transformaciones de la naturaleza.



## EPIDEMIA, EPÍSTOLA, EPITAFIO

**A**lgunos términos que comparten este mismo prefijo son, por ejemplo, epidemia, epístola y epitafio. Como sabemos, una epidemia es una enfermedad contagiosa que se propaga con rapidez. Sus componentes griegos son *epi-*, "sobre", y *démos*, "pueblo"; es decir, una afección que recae sobre la comunidad. Epístola, a su vez, está compuesta por el mismo prefijo que, en esta ocasión, significa "hacia", y *stéllein*, "enviar"; términos griegos que en conjunto confieren la imagen conceptual de un escrito destinado a ser enviado. Por último, epitafio significa literalmente "sobre la tumba" porque *epi-* es "sobre" y *táphos*, "tumba", que unidos dan sentido a la palabra que nombra las inscripciones que se colocan sobre los sepulcros.



# CATÁLOGO AL ÓLEO

A partir de la colección del archiduque Leopoldo Guillermo, el pintor flamenco David Teniers reprodujo en un solo cuadro varias de las obras más significativas del arte renacentista. Por Luis Felipe Brice

**T**odos tenemos en casa una pequeña galería privada. Suele estar conformada por obras originales y reproducciones de pinturas famosas, entre retratos, bodegones, paisajes y otros cuadros de diversas temáticas y géneros pictóricos; a los que se suman algunas fotos de integrantes y momentos memorables de nuestra familia. Siglos atrás, esa costumbre de colgar arte en las paredes era exclusiva de grandes coleccionistas y mecenas, como el archiduque Leopoldo Guillermo, quien fue gobernador de Países Bajos entre 1647 y 1656. Sin embargo, como símbolo de elevado estatus social y poderío económico, al dignatario no le bastaba con adquirir obras y patrocinar artistas: para él —como para otros de sus colegas en el poder— era muy importante que se dieran a conocer y trascendieran tanto su gusto e interés artísticos como su vasta colección. Y qué mejor que hacerlo a través del propio arte.



## Sabías que...

El Museo del Prado surgió de una pequeña colección privada y hoy, 200 años después de su apertura, es uno de los recintos museísticos más grandes y visitados del planeta.

En este afán por figurar, Leopoldo Guillermo contrató en 1647 como su pintor de cabecera a David Teniers el Joven, hijo de su homólogo del mismo nombre apodado el Viejo. El primer gran encargo del archiduque al artista flamenco no podía ser otro que la representación de su envidiable galería personal en el palacio de Bruselas; pero lejos de los criterios museográficos actuales para colgar obras ordenadamente en un espacio de exhibición, los cuadros presentados en este óleo aparecen caóticamente cubriendo la totalidad de las paredes e incluso unos sobre otros en el piso.

No obstante, ya poniendo atención en cada uno de los lienzos ahí reproducidos se descubren grandes obras del Renacimiento flamenco y, sobre todo, italiano. Ahí están como muestra *San Lucas pintando a la Virgen*, de Jan Mabuse; *La infanta Isabel Clara Eugenia*, de Anton van Dyck, y *Santa Margarita y el dragón*, de Rafael, que no pueden dejarse de mencionar entre las más significativas de este catálogo al óleo, como tampoco puede dejar de mencionarse que entre los personajes que aparecen inmortalizados en el cuadro sobresalen, desde luego, el archiduque Leopoldo Guillermo (de sombrero) y, autorretratado, el mismísimo David Teniers (revisando unos bocetos).

El cuadro fue enviado por el archiduque como regalo a su primo Felipe IV, rey de España y Portugal. Se rumora que el obsequio era en realidad para presumirle a su pariente la valiosa



colección del palacio de Bruselas, en competencia con la del Real Alcázar de Madrid, entonces residencia de la monarquía hispánica. Por su parte, David Teniers pintó varias versiones de la galería de Leopoldo Guillermo que, de acuerdo con estimaciones, debió albergar más de 1,300 piezas. A partir de este acervo, el artista publicó en la década de 1660 el catálogo impreso titulado *Theatrum Pictorium* o *Teatro de la Pintura*. En él incluyó versiones en grabado de alrededor de 250 de esas obras que dejaron de pertenecer al coleccionismo privado para exhibirse en la actualidad en recintos abiertos al público. **M**





**LA INFANTA ISABEL CLARA EUGENIA,**  
de Anton van Dyck



**SANTA MARGARITA Y EL DRAGÓN,**  
de Rafael Sanzio



**SAN LUCAS PINTANDO A LA VIRGEN,**  
de Jan Mabuse



## EL ARCHIDUQUE LEOPOLDO GUILLERMO EN SU GALERÍA DE PINTURA EN BRUSELAS

(1647-1651)

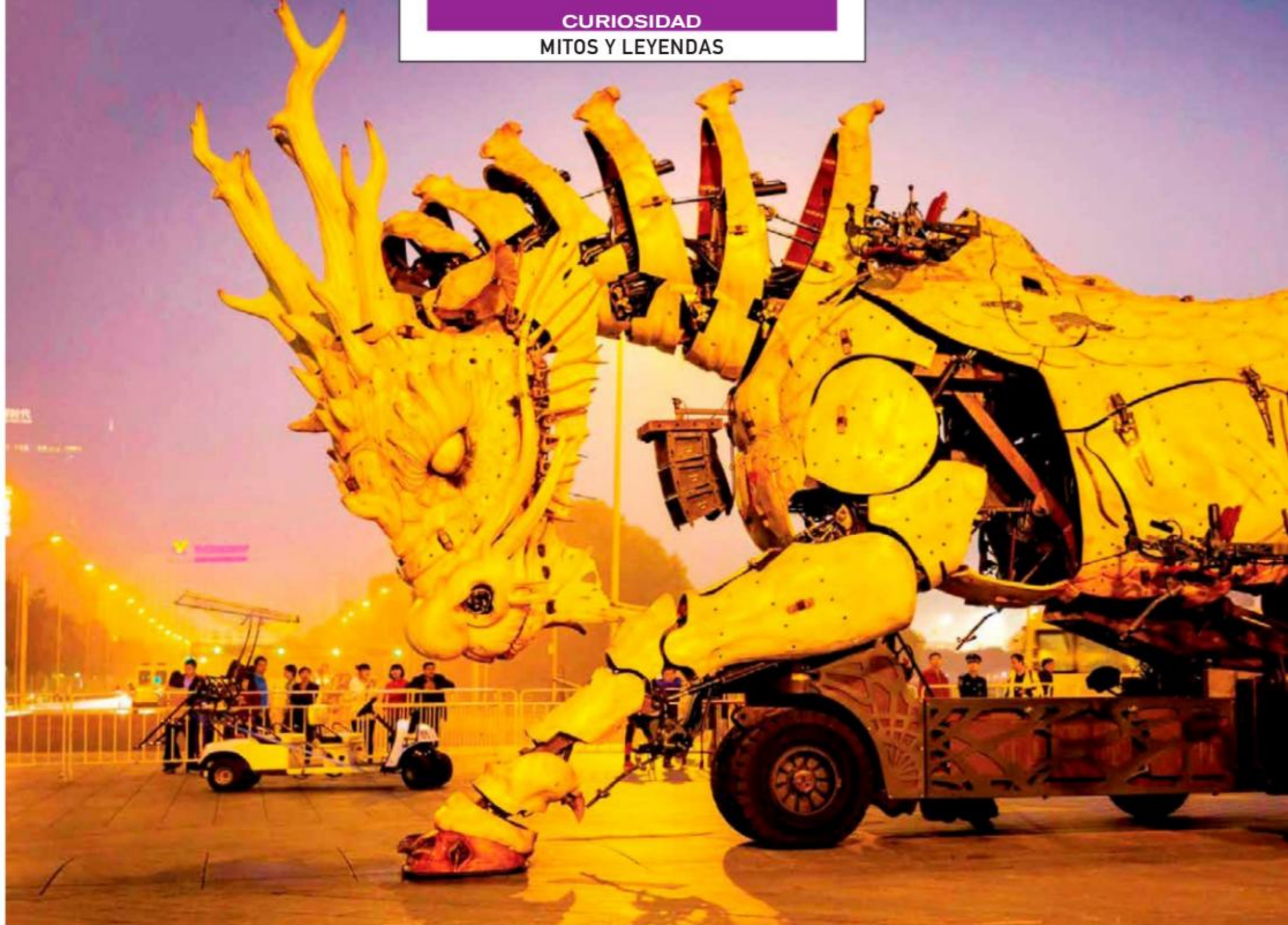
DAVID TENIERS EL JOVEN (1610-1690)

ÓLEO SOBRE LÁMINA (104.8 X 130.4 CM)

MUSEO DEL PRADO, MADRID, ESPAÑA

**SU TESORO.** Otra versión del cuadro-catálogo que el pintor David Teniers hizo de la amplia colección de pinturas del archiduque Leopoldo Guillermo.





## EL ESPÍRITU DEL CABALLO DRAGÓN

# LONG MA

Híbrido de un animal real y otro fantástico, esta criatura surgida de la mitología china hace varios siglos adquiere hoy una forma asombrosamente realista. **Por Luis Felipe Brice**

**P**ara festejar en grande los 50 años de relaciones diplomáticas entre China y Francia, en octubre de 2014 la compañía francesa de espectáculos La Machine presentó en Beijing una gigantesca criatura mecánica inspirada en Long Ma, el caballo dragón de la mitología china. Se trata de una máquina de acero y madera que mide más o menos 12 metros de alto y 16 de largo, y pesa más de 45 toneladas. Su diseño fue obra del artista visual François Delarozière, quien dirigió al equipo de técnicos y creativos encargado de construirla en Nantes, Francia.

Gracias a una serie de artilugios y maniobras, el colosal caballo dragón de color amarillo sorprende a chicos y grandes por lo realista de su aspecto y los ágiles movimientos de sus patas, cola, torso, cabeza y párpados. Es así como puede galopar a seis kilómetros por hora, escupiendo fuego, expeliendo humo blanco y dando estremecedores aullidos para asombro de los espectadores. Su actuación, realizada en plena vía pública, está rodeada de una gran producción que incorpora efectos especiales de luz y sonido e incluye a otra criatura mecánica, una enorme y monstruosa araña con la cual se recrea una batalla épica.

Este espectáculo, titulado Long Ma, el espíritu del caballo dragón, tuvo lugar ante una gran multitud frente al Estadio Nacional de Beijing, mejor conocido como El Nido de Pájaro, principal escenario de los Juegos Olímpicos de 2008. Para crearlo, Delarozière se inspiró en la importancia que tienen el caballo y el dragón dentro de la mitología china y, en específico, en la leyenda de la diosa madre Nüwa.

### Símbolos de poder

Al igual que en otras grandes civilizaciones, el caballo ha tenido un papel histórico en China, por su utilidad como medio de transporte, arrastre y carga... y para la guerra. De este último uso, sobre todo, ha derivado su presencia en la mitología como símbolo de poder y fuerza, tanto física como mental, aunque también como portador de elementos religiosos. Ahí está, por ejemplo, el Templo del Caballo Blanco, erigido en honor del equino que acompañó a los primeros monjes budistas que llegaron a China provenientes de India y que cargaba sobre su





## FÁBRICA DE GIGANTES

**A**demás de las sorprendentes criaturas que protagonizaron en 2014 el espectáculo *Long Ma, el espíritu del caballo dragón*, presentado en Beijing, la compañía francesa La Machine ha creado otros gigantescos seres mecánicos no menos asombrosos. Destacan entre ellos *El dragón de Calais*, presentado en esa ciudad del norte de Francia en noviembre de 2019, así como el minotauro del espectáculo *El guardián del templo*, presentado en Toulouse en noviembre de 2018. Más allá del mundo de los animales fantásticos, La Machine ha incursionado en el mundo de las plantas con *La expedición vegetal*, que consiste en la instalación de un invernadero itinerante en plazas públicas de distintas ciudades con el objetivo de generar conciencia acerca de la riqueza verde del planeta.



### Sabías que...

En *El libro de los seres imaginarios*, el escritor argentino Jorge Luis Borges considera que "el dragón posee la capacidad de asumir muchas formas, pero éstas son inescrutables. En general lo imaginan con cabeza de caballo".

lomo el Sutra, libro sagrado del budismo. Otra versión de este mítico caballo aparece en la novela *Viaje al Oeste*, publicada en el siglo XVI y cuya autoría se atribuye a Wu Cheng'en. En sus páginas se narra la peregrinación a India de Tang Sanzang, un monje chino que emprende la búsqueda de las escrituras sagradas acompañado de un príncipe dragón que toma la forma de un corcel blanco. En ese mismo relato se hace referencia a los "cara de caballo", una especie de empleados del inframundo encargados de capturar, conducir y custodiar a las almas muertas destinadas al infierno (Diyu).


Tianma, por su parte, es el mítico "caballo celestial" y volador, semejante al Pegaso de la mitología griega. Su representación más conocida es un escultura de bronce descubierta en 1969 en Gansu y hoy exhibida en el museo regional de esa provincia china. En tanto Qilin es el caballo legendariamente considerado el "unicornio chino" por su característico único cuerno (como sus similares indio y griego), aunque algunos especialistas aseguran que se trata más

bien de un ciervo. Por último, en el *Shan-hai Ching*, un texto clásico chino acerca de las montañas y mares que data del siglo IV antes de nuestra era, describe dos caballos quimeras: uno de cuerpo blanco con cola de buey, un solo cuerno y voz humana, y otro con cola negra y dientes de tigre capaz de devorar a otros felinos.

La otra mítica criatura que inspiró a Delarozière para su versión mecánica de Long Ma fue el dragón chino, un ser fantástico, híbrido de varios animales reales, lo mismo

reptiles y mamíferos que peces y aves. Gracias a esta imaginativa fusión zoológica, al dragón se le atribuyen poderes sobrenaturales, como transformarse en diferentes especies marinas y terrestres, incluyendo a la humana, y la capacidad de dominar distintos elementos, tales como el fuego y el agua. Tal poderío lo ha convertido en símbolo de la autoridad imperial por excelencia, como lo demuestra su presencia en la indumentaria, arquitectura y heráldica de las distintas dinastías chinas.

Además, el caballo y el dragón coinciden al formar parte de los 12 animales del zodiaco chino utilizados para designar los años del calendario. De acuerdo con esta astrología, el elemento del caballo es el fuego; su planeta, Marte; su color, el rojo; su punto cardinal, el Sur, y sus principales cualidades: la pasión, la inteligencia y la alegría. Mientras, los elementos del dragón son la madera, su planeta, Júpiter; su color, el verde; su punto cardinal, el Este, y sus principales cualidades: la creatividad, la consolidación y el crecimiento.

Sin embargo, más allá de estas referencias de la mitología china, lo que específicamente inspiró a François Delarozière fue la leyenda de la diosa Nüwa. Esta madre de la humanidad se había empeñado en reconstruir los pilares que sostenían el Cielo y que habían sido dañados por una batalla entre deidades, provocando catástrofes en la Tierra. Según la versión de Delarozière, el caballo dragón fue enviado por la divinidad para ayudar a los hombres en la reconstrucción y reordenamiento del mundo. No obstante, en su misión, Long Ma se enfrenta con el gran obstáculo que representa la araña gigante, a la cual debe combatir en la épica pelea recreada por La Machine en Beijing. 





# AHORA SÍ, DE VERAS, EL MUNDO SE VA A ACABAR

Colorín, colorado, este  
cuento es reciclado.

Por Guadalupe Alemán Lascurain

**S**i estás leyendo esto, felicidades. Sobreviviste al apocalipsis tecnológico del cambio de milenio (el temido Y2K), trascendiste el Fin del Mundo Maya (diciembre de 2012) y, pese a los vaticinios de diversos numerólogos cristianos, el Juicio Final de 2018 y 2019 te hizo lo que el viento a Juárez. No cantes victoria. ¿Será que en 2020 sí nos cargará el proverbial payaso? Veamos.

Todas las culturas tienen mitos acerca del fin de la humanidad. Los pueblos nórdicos hablan de Ragnarök —no el de la cinta de

Marvel, sino de la batalla final que culminará con la muerte de los dioses—. Los mexicas imaginaron la devastación de cuatro mundos previos al nuestro, cada uno regido por un sol diferente. Los hopi creen que vivimos en un quinto mundo, que será destruido por el impacto de una estrella. La Biblia incluye el Apocalipsis. Cada cinco minutos parecen surgir teorías acerca del último capítulo de nuestra historia y todas juran que ahora sí, de veritas, "ésta es la buena". Éstas tienen qe ver con el 2020. **M**





## DOS Y DOS SON CUATRO

No hace falta poseer conocimientos arcanos para hallar una elegante simetría en el número 2020, pero si a esta observación le añadimos una pizca de esoterismo, suceden cosas curiosas. Por ejemplo: la carta correspondiente al 20:20 en el Tarot se conoce como "El Juicio" y se relaciona con el cambio. 20 más 20 da 40, número que la Biblia menciona varias veces. El Diluvio Universal se debió a un aguacero que duró 40 días y 40 noches; Goliath luchó 40 días contra los israelitas y Moisés y el pueblo de Israel pasaron 40 años en el desierto. Jesús fue presentado en el Templo a los 40 días de su nacimiento; meditó 40 días en el desierto y se apareció a sus discípulos 40 días después de su crucifixión. En el islam la revelación de Mahoma sucedió cuando él tenía 40 años y el profeta permaneció 40 días rezando en una cueva.

## CUALQUIER PARECIDO CON LA REALIDAD...

Las profecías acerca del fin del mundo suelen ser de tal vaguedad que podemos interpretarlas como se nos dé la gana. Por ejemplo, se ha dicho que los siguientes versos de Nostradamus describen el ataque a las Torres Gemelas: "Cinco y cuarenta grados del cielo quemará. Fuego se aproxima a la gran ciudad nueva. Al instante gran llama dispersa saltará, cuando se quiera de los normandos hacer prueba" (¿los normandos qué...??). Aplicando el mismo método de lectura creativo-paranoica, es fácil encajar cualquier acontecimiento del presente a las supuestas predicciones del pasado, vengan de donde vengan.

## ¿APOCALIPSIS YA?

Desde el punto de vista científico, todas estas piruetas mágicas, místicas y matemáticas prueban con exactitud... nada. No obstante, han servido para nutrir la paranoia de quienes insisten que el fin —o al menos, el principio del fin— llegará en 2020. Para muestra, aquí algunos botones:

**Una teoría de la conspiración asegura que, en 1973,** un programa de computación del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) predijo que en 2020 se acabaría el mundo. El oráculo informático advirtió que "Némesis" —una hipotética estrella gemela de nuestro Sol— se acercaría de forma peligrosa a la Tierra, provocando terremotos, huracanes e inundaciones.

**Vangelia Pandeva Dimitrova,** una vidente búlgara conocida como "Baba Vanga", o previsiblemente "la Nostradamus de los Balcanes", advirtió que en 2020 iniciaría la caída de Europa, provocada por extremistas islámicos que usarían un arsenal de armas químicas contra los europeos. También dijo que el presidente de los Estados Unidos quedaría sordo a raíz de una misteriosa enfermedad y que padecería un "trauma cerebral" (confieso que mi escepticismo se empieza a quebrar aquí).

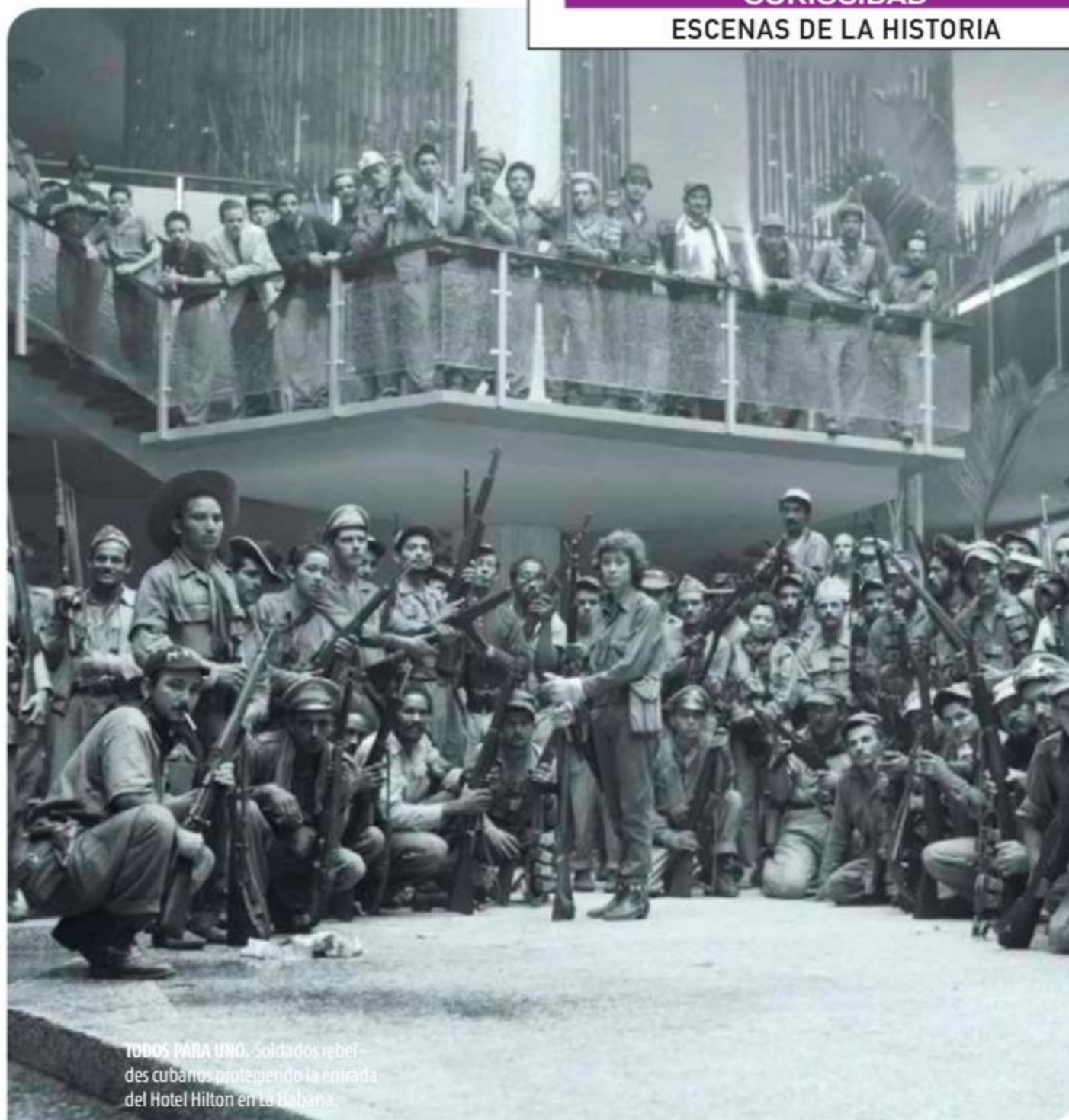
**Y bueno, ya que hablamos de Nostradamus,** vayamos al original. Ese viejo confiable —perdón, el médico y vidente Michel Nostradame (1503–1566)— publicó en su libro *Las profecías*, de 1555, que en 2020 habría catástrofes naturales, que presenciaríamos el ascenso de un "gran gritón sinvergüenza y audaz" (¿Trump?) y que se elevaría el nivel del mar. También aseveró que en este año se acabaría el reinado de la reina Isabel II y que viviríamos una crisis económica sin precedentes.

## POR LO TANTO...

Todas las fechas de los fines del mundo marcadas en la agenda apocalíptica, al menos hasta hoy, fueron falsas. Seguirán surgiendo nuevas interpretaciones de runas nórdicas o de códigos prehispánicos o de la Biblia que se traduzcan en nuevas fechas de caducidad y nuevos crédulos que se angustiarán. ¿Será la necesidad de creer que alguien, en alguna parte, ha vislumbrado los misterios del porvenir? El hecho es que vivimos, paradójicamente, fascinados por los relatos de nuestra aniquilación.

**Jeane L. Dixon,** astróloga y "vidente" norteamericana (1904–1997), anunció que el Armagedón llegaría en 2020. Muchos le creyeron, pues era una celebridad y había predicho en 1960 el triunfo y asesinato del presidente John F. Kennedy. Cabe mencionar que Dixon también fue autora de un horóscopo para perros, publicó que el primer hombre en pisar la Luna iba a ser un cosmonauta soviético y vaticinó que la Tercera Guerra Mundial se desencadenaría en 1958 a raíz de un conflicto en el archipiélago de Taiwán. Dato curioso: esta mujer falló tantas profecías, que el matemático John Allen Paulos acuñó el término "efecto Jeane Dixon" para referirse a la tendencia de promover unas cuantas predicciones acertadas mientras se ignoran todas las incorrectas (pudo haberle llamado "efecto-burro-que-tocó-la-flauta").





TODOS PARA UNO. Soldados rebeldes cubanos protegiendo la entrada del Hotel Hilton en La Habana.

# EL FIN DE AÑO DE BATISTA

La Revolución que marcó a América Latina y al resto del mundo hace 61 años. Por Georgina Vega

**E**n marzo de 1952 Fulgencio Batista llegó por segunda ocasión al poder en Cuba, esa vez mediante un golpe de Estado, y las protestas contra su gobierno no se hicieron esperar. Primero fueron los partidos opositores quienes expresaron su descontento, luego hubo manifestaciones estudiantiles y al poco tiempo el profesor de filosofía Rafael García Bárcena, quien fundó el Movimiento Nacional Revolucionario, intentó asaltar el campo militar Columbia y terminó en prisión. Sin embargo, fue un abogado de 26 años quien en julio de 1953 inició la Revolución, que llegó a su fin el 8 de enero de 1959 con la entrada triunfal del Ejército Rebelde a La Habana. Ese joven era Fidel Castro.

Con la llegada de Batista, la situación en la isla empeoró: no sólo la desigualdad social aumentó abismalmente, sobre todo en

provincia, sino también la dependencia con Estados Unidos: el capital estadounidense dominaba los servicios de telefonía, la electricidad y el ferrocarril.

"Cuba era, antes de la Revolución, según la propaganda del régimen, un burdel norteamericano en el que la miseria y el lujo convivían de forma escandalosa", afirman los historiadores Joan del Alcázar y Sergio López en el libro *De compañero a contrarrevolucionario*.

En tal contexto, Fidel Castro, entonces cabeza de la Juventud del Partido Ortodoxo, no tardó en organizar la insurrección popular para derrocar al régimen. Junto con Abel Santamaría, José Luis Tasende, Renato Guitart y Pedro Miret, el líder planeó el ataque a los cuarteles de Bayamo y Santiago de Cuba; acción a la que se unieron hombres y mujeres.



## 5 datos sobre la Revolución cubana

- 1 El mexicano Antonio del Conde le vendió el *Granma* a Fidel Castro y le dio armas para la Revolución.
- 2 Fulgencio Batista sacó de Cuba 75 millones de dólares luego del triunfo de la Revolución.
- 3 Tras el triunfo de la Revolución, salió de las tiendas cubanas el célebre juego *Monopoly*, inventado en Estados Unidos.
- 4 Al principio del movimiento, Castro decía que su revolución no era comunista.
- 5 El nuevo régimen logró mejorar el índice de alfabetización en Cuba, pasando de 60 a 96% en sólo un año.

### Asalto al Cuartel Moncada

Su principal objetivo era este cuartel, ubicado en Santiago de Cuba, ya que se trataba del segundo más importante del país. El 26 de julio de 1953, un centenar de jóvenes encabezados por Castro irrumpieron en el recinto. Los revolucionarios habían planeado tomar las instalaciones de la Policía Nacional, la Policía Marina, la Marina de Guerra y una radiodifusora una vez que se



**DESPUÉS DE LA TORMENTA.** (A la izq.) Las multitudes festejaron la destitución del dictador Fulgencio Batista y el triunfo del Movimiento 26 de julio. (A la derecha) En enero de 1959, poco después de tomar el poder, Fidel Castro pronunció un discurso en La Habana.



## “Cuba era un burdel norteamericano en el que la miseria y el lujo convivían de forma escandalosa”.

apoderarán de la fortaleza. Al mismo tiempo también ocuparían el cuartel Carlos Manuel de Céspedes, en Bayamo... pero ambos asaltos fracasaron.

Castro tuvo que salir huyendo a Sierra Maestra junto con un pequeño grupo, mientras 50 de sus compañeros fueron capturados o asesinados. El resto de ellos terminó en la cárcel, igual que Castro y su hermano Raúl seis días después.

Ambos revolucionarios fueron sentenciados a 15 y 13 años, respectivamente, condena que purgarían en la Isla de los Pinos, desde donde Fidel lanzó el famoso alegato de su defensa, “La historia me absolverá”, donde enumeró las medidas que tomaría tras el triunfo, entre las que se encontraban la nacionalización de servicios básicos, reducción de impuestos, construcción de viviendas, reforma agraria y expropiación de bienes adquiridos de manera fraudulenta durante la dictadura.

### Insurrección desde México

Casi dos años después del asalto, Fidel y su hermano salieron de la cárcel gracias a una amnistía general dictada por Batista. No obstante, el clima de hostilidad continuó en la isla, por lo que decidieron exiliarse en México en julio de 1955 y, desde ahí, seguir planeando el derrocamiento del dictador.

En agosto de aquel año Fidel lanzó “El manifiesto número 1 del Movimiento 26 de Julio al pueblo de Cuba”, que retomaba los puntos de “La historia me absolverá” y hacía un llamado abierto a la Revolución. Ese 1955, Ernesto “Che” Guevara, un médico que

Fidel conoció en la colonia Tabacalera de Ciudad de México, se incorporó a la lucha.

Los moncadistas compraron el yate Granma y una casa en Tuxpan, Veracruz, donde se alojaron Castro y el Che junto con el resto de los 82 hombres que formaban el Movimiento 26 de Julio, y reunieron el armamento que usarían de regreso a Cuba.

Mientras tanto, las insurrecciones en la isla continuaban. En 1955 una huelga azucarera explotó en varios lugares del país, la cual fue sofocada de inmediato por las fuerzas del gobierno. Y Frank País, de apenas 22 años, lideraba la guerrilla en Santiago de Cuba hasta que fue acibillado en el Callejón del Muro, en julio de 1957.

### Desembarco del Granma

La madrugada del 25 de noviembre de 1956, los guerrilleros zarparon de Tuxpan a bordo del Granma. Además de Castro, su hermano Raúl y el Che, entre los revolucionarios se encontraban Juan Almeida y Camilo Cienfuegos, quienes jugarían un importante papel en la lucha armada.



### Sabías que...

Fidel Castro y Che Guevara planearon la Revolución cubana en México.

Una semana después, el 2 de diciembre, desembarcaron en un manglar de la costa de Oriente, a dos kilómetros de la playa Las Coloradas. Mientras descargaban el armamento, otro grupo de guerrilleros distraía al ejército de la dictadura para lograr llevar a buen término la tarea.

Antes de partir de Veracruz, Castro le dijo a sus hombres: “Puedo informarles con toda seguridad que en el año 1956 seremos libres o seremos mártires”. La gloria llegó dos años más tarde.


### La guerrilla en Sierra Maestra

A los pocos días del desembarco, que tardó más de lo previsto debido al clima y el peso del armamento, los rebeldes tuvieron su primer enfrentamiento con las fuerzas de la dictadura en Alegría de Pío, donde fallecieron o fueron capturados gran parte de los hombres que arribaron en el Granma.

Apenas 18 hombres se salvaron de ser capturados, entre ellos Castro, Guevara, Cienfuegos, Almeida y otros líderes de la Revolución, quienes con ayuda de campesinos de la región pudieron internarse en Sierra Maestra, localizada en las provincias de Granma y Santiago de Cuba. Poco a poco fueron ganando terreno divididos en pequeños grupos guerrilleros.

Al ver sus intereses en peligro, Estados Unidos trató de quitar del poder a Batista y formar un gobierno que le beneficiara. Desesperado, el dictador lanzó una ofensiva militar contra los guerrilleros, quienes se empezaron a ganar cada vez más a los campesinos y obreros, quienes terminaron uniéndose a la lucha.

### Entrada a La Habana

El 30 de diciembre de 1958, el Che Guevara tomó Santa Clara pacíficamente, lo que marcó el triunfo de la Revolución. Resulta que al enterarse de que el guerrillero argentino se dirigía hacia allá, Batista envió un tren blindado cargado de soldados para frenarles el paso a los rebeldes. Sin embargo los rebeldes levantaron las vías y lo descarrilaron. Gracias a esto, Guevara ocupó la ciudad sin ningún problema. El 1 de enero Batista entregó el poder a una junta militar y huyó a Estados Unidos; siete días más tarde, Fidel Castro y el Ejército Rebelde entraron a La Habana ante el júbilo de la gente, y al poco tiempo instauraron un gobierno socialista aún hoy presente. 



# MÁS COMIDA PARA TODOS

El padre de la "Revolución verde", Norman Borlaug, mezcló técnicas tradicionales con avances científicos para combatir el hambre en el mundo. Por Francisco Herrera Coca



**E**l día que anunciaron que ganó el Premio Nobel de la Paz, el agrónomo Norman Borlaug trabajaba en su parcela, como era la costumbre. Mientras, en casa, su esposa Margaret recibió una llamada desde Estocolmo en la cual le informaban que el premio sería para Borlaug.

La mujer corrió emocionada a informarle y tuvo que argumentar para convencerlo de que no era una telefonema de broma; tras lo cual Borlaug aseguró que era una buena noticia y volvió a su labor: "Ya habrá tiempo para celebrar", mencionó.

## De los campos nevados a las tierras áridas

Norman Borlaug nació en una pequeña colonia de inmigrantes noruegos en Iowa, en la región Medio Oeste de Estados Unidos, donde sus padres, Henry y Clara, le enseñaron a vivir de lo que daba el campo. Desde pequeño aprendió a ordeñar vacas y a sembrar; pero a diferencia de la mayoría de los niños de su edad, mostraba una curiosidad por los fenómenos de la naturaleza que sorprendía a los adultos, a quienes a menudo hacía preguntas que no le podían responder.



## EN BREVE

- **NOMBRE COMPLETO:**  
Norman Ernest Borlaug.
- **FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO:**  
25 de marzo de 1914 en Cresco, EUA.
- **FECHA Y LUGAR DE FALLECIMIENTO:**  
12 de septiembre de 2009 en Dallas, EUA.
- **Figura central en la "Revolución verde",** Norman Borlaug introdujo el uso de la biotecnología en la agricultura para crear una nueva variedad de trigo.
- **De 1964 a 1979** dirigió el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y colaboró en la creación del Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ambos en México.
- **Fue enviado** por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) a naciones como India, Pakistán, Turquía y China.
- **En 1970** recibió el Premio Nobel de la Paz gracias a su combate contra la hambruna en el planeta.
- **Fue profesor universitario** y escribió varios libros, entre ellos *Norman Borlaug on World Hunger*.

Norman terminó la primaria y secundaria en Cresco y, por iniciativa de su padre, se inscribió en Agronomía en la Universidad de Minnesota. Tras titularse en 1937, fue reclutado por el Servicio Forestal del gobierno estadounidense, que lo envió a diversas estaciones en Idaho y Massachusetts, lo que le permitió conocer distintos climas y especies de plantas y árboles.

Interesado en la vida de las plantas y los insectos, volvió a la Universidad de Minnesota para estudiar una maestría y un doctorado en fitopatología, la ciencia que estudia las enfermedades de las plantas.



Se enroló en la Fundación DuPont de Nemours como microbiólogo enfocado en la investigación de pesticidas y conservadores para cultivos. En 1944 recibió el encargo que cambiaría su vida: viajar a México para organizar y dirigir un proyecto impulsado en conjunto por la Fundación Rockefeller y el gobierno mexicano para la investigación y producción de trigo.

Los miembros del proyecto debían estudiar lo mismo el suelo que las plantas, insectos, plagas y todo lo que afectaba la producción del grano en suelo mexicano, la cual sufría una dura epidemia de roya, que arrasaba los cultivos a un ritmo aterrador.

## El trigo enano

Aunque Borlaug y su familia se establecieron en Ciudad de México, su trabajo se encontraba a miles de kilómetros, en la región semidesértica del Valle del Yaqui, en Sonora.

De niño, Borlaug había vivido la Gran Depresión, la peor crisis económica de Estados Unidos. Habitante de una región inhóspita donde nevaba gran parte del año, Borlaug sabía vivir con carencias y tenía un espíritu incansable que no se doblegaba con facilidad ante la adversidad. Probó con mezclas de granos para encontrar una que resistiera la plaga y elevara la producción; el problema es que si usaba el ciclo tradicional de los agricultores (de una cosecha por año), tardaría una década en lograr su objetivo, por lo que decidió acelerar los tiempos. La solución fue sembrar dos veces al año: una al nivel del mar, en Sonora, y otra en Toluca, a más de 2,500 metros de altitud.

Un lustro después, Borlaug tenía una nueva variedad de trigo, más pequeña y resistente con la que aumentó la producción del grano de manera exponencial. Al principio enfrentó la resistencia de los agricultores, hasta que vieron las ventajas de la nueva cepa y adoptaron las técnicas propuestas.

Borlaug dirigió en México el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo y luego fue nombrado director del Programa Internacional de Mejoramiento del Trigo, por lo que dejó el país, no sin antes capacitar a un grupo de científicos jóvenes.

Borlaug siempre insistió en que sus logros eran el producto de una labor en equipo y que el conocimiento siempre debía compartirse, por lo que las semillas desarrolladas por él se repartieron de forma gratuita a miles de agricultores de varias naciones.

## EL TRIGO DE BORLAUG

**N**orman Borlaug usaba lo mismo técnicas tradicionales que biotecnología para cruzar dos tipos distintos de semillas y obtener una más resistente y productiva. El problema es que era necesario realizar una gran cantidad de experimentos, pues una planta que podía ser resistente producía un grano que no servía para cocinar pan, y viceversa.

El reto era lograr una planta de trigo con tallos más cortos, lo que evitaría que compitieran por la luz solar y que fueran derribadas por el viento. La ventaja del "trigo enano" de Borlaug es que además producía más granos que las variedades tradicionales, lo que elevó seis veces la cantidad que se cosechaba cada año.

Gracias a Norman Borlaug, por primera vez en su historia México logró ser autosuficiente en cuanto a la producción de trigo y se convirtió de paso en una nación exportadora del grano.

El lado negativo es que para lograrlo usó fertilizantes como el nitrógeno y el fósforo, que utilizados a nivel industrial pueden causar graves daños a la ecología.



## Una nueva aventura en Asia

A fines de los años 60 del siglo pasado, la población mundial crecía de forma exponencial y superaba por mucho la capacidad de producción de las áreas agrícolas, lo que hizo que varios científicos predijeran que, para la década de 1970, cientos de millones de personas perecerían de hambre.

Era necesario incrementar la producción de los cultivos sin invadir más terrenos, ya que eso aumentaría la erosión del suelo e implicaría destruir bosques. Con esa encomienda, Norman partió rumbo a Asia, donde trabajó en Pakistán e India, territorios que sufrían una severa hambruna que cada día cobraba cientos de vidas humanas.

Borlaug tuvo acaloradas discusiones con altos funcionarios de esos países, quienes le pedían resultados pero se negaban a seguir sus indicaciones en cuanto a las técnicas de cultivo, muy distintas a las que se utilizaban en esas regiones.



## Sabías que...

En 1968, una de las avenidas principales en Ciudad Obregón, Sonora, fue bautizada con el nombre de Norman Borlaug.

En 1970, Norman Borlaug recibió el Premio Nobel de la Paz porque "le dio pan a un mundo hambriento". Se considera que salvó a millones de personas de morir de hambre en naciones en vías de desarrollo, lo que contribuyó a la paz en el orbe, dijo el comité que le entregó el prestigiado galardón.

Con los años, la imagen de Borlaug se deterioró, pues fue acusado por grupos ecologistas como Greenpeace de promover el uso de transgénicos, a lo que el científico contestaba que eran personas que hablan con el estómago lleno y que no conocían el hambre.

Indicó que la culpa no era de la biotecnología, sino del crecimiento desmedido de la población; "el monstruo de la sobrepoblación" solía llamarlo, un tema que debían combatir los gobiernos o, de lo contrario, advertía que corríamos el riesgo de desaparecer como especie.

Alertaba sobre el abuso de los pesticidas en las cosechas y, aunque apoyaba los transgénicos, sentía que los gobiernos debían intervenir para que las nuevas semillas no quedaran en manos de monopolios como Monsanto.

Norman Borlaug murió a los 95 años en Dallas, pero dejó un legado incuantificable; se estima que la mitad de la población mundial consume a diario granos que descienden de las variantes que él desarrolló.

Por sus aportaciones en el campo de la agricultura, que permitieron alimentar a millones, Norman Borlaug es considerada la persona que más vidas ha salvado en la historia de la humanidad. **M**





¿BUEN ELENCO? El actor Jack Nicholson y el director y productor Stanley Kubrick en el set de *El resplandor*. A Stephen King no le gustó mucho la elección de Nicholson.

## 40 AÑOS DE BRILLO

*El resplandor*, cinta dirigida por Stanley Kubrick, cumple su 40 aniversario este año. El filme es considerado un clásico del horror justo por saltarse los convencionalismos que había hasta entonces en el género. **Por Olivier Fuentes**

**E**l *resplandor* de Kubrick se convirtió en dos historias simultáneas: por un lado, la que cuenta la película: Jack Torrance (Jack Nicholson), acompañado de su esposa Wendy (Shelley Duvall) y su hijo Danny (Danny Lloyd), hará de velador en el Hotel Overlook, una enorme y aislada construcción en las montañas de Colorado cerrada por el invierno. La trama detalla cómo el aislamiento y la energía del lugar (el velador anterior asesinó a su esposa e hijas y se suicidó), van transformando a Jack hasta que, sumido en la locura, intenta asesinar a Wendy y Danny.

Por otra parte, está la trama formada por las anécdotas durante la filmación; entre ellas que la obsesión perfeccionista de Kubrick llevó a los actores a vivir su propio cuento de terror en el hotel Timberline Lodge, que fungió como el Overlook.

*El resplandor* surgió a partir de que su autor, Stephen King, su esposa e hijo fueron huéspedes en el Stanley Hotel, una enorme

mansión en las montañas de Colorado. La experiencia de haber sido los únicos huéspedes del recinto, así como una pesadilla de King, lo llevaron a desarrollar la novela.

El libro fue un éxito de ventas y ayudó a solidificar la posición del autor en el género de terror. Pronto llamó la atención de Stanley Kubrick, quien buscaba un proyecto diametralmente opuesto a su trabajo anterior, *Barry Lyndon*. En el libro *Stanley Kubrick: A Biography*, se cuenta que la gente de Kubrick le llevó pilas de libros de horror al director para que éste los revisara; y su secretaria nada más escuchaba cómo cada ejemplar era estrellado contra la pared. Luego de un rato de no oír el sonido, la secretaria fue a ver que todo estuviera en orden y encontró a Kubrick absorto, leyendo una copia de *El resplandor*.

Kubrick se acercó a King y recordó que éste realizaría una adaptación para llevar su novela al cine. King realizó una adaptación fiel a su novela, pero Kubrick decidió no utilizarla y en su lugar contrató a la

escritora Diane Johnson, a quien admiraba por su novela *The Shadow Knows*.

Ése fue el principio de la ruptura entre King y Kubrick; después vinieron los numerosos cambios que se hicieron a la película respecto a la novela. Por ejemplo, el escritor sintió que el director simplemente había dejado de lado el alcoholismo y la desintegración familiar como tema del filme.

King siempre estuvo en contra de los protagonistas que eligió Kubrick. De Jack Nicholson decía que su personaje no era el de un hombre bueno que fue sumiéndose cada vez más en la locura, sino que parecía un loco desde el principio. Mientras que de Duvall aseguró que su interpretación de Wendy no era como él la había escrito.

El escritor terminó señalando que "la película era un muy grande y bonito Cadillac, pero sin motor"; que podrías sentarte y disfrutar el lujo de los acabados, pero que no te llevaría a ningún lado.

Cuando King quiso adaptar y producir una miniserie para TV basada en su libro en 1997, tuvo que pedirle a Kubrick que firmara una cesión de derechos por la película. Kubrick aceptó con la condición de que King no criticara en público la cinta.

### El horror con el director

Debido al perfeccionismo obsesivo de Kubrick, el rodaje se convirtió para los actores y el *staff* en un verdadero horror. Los interiores del hotel se filmaron en los estudios



Elstree, en Inglaterra. La producción, que debía durar seis meses, se extendió a más de un año, el cual estuvo compuesto por días de largas jornadas de trabajo a veces acortadas porque Kubrick, ávido jugador de ajedrez, quería echar partidas con el actor Tony Burton.

El actor Scatman Crothers sufrió un colapso nervioso y rompió en llanto tras realizar 40 tomas de la escena donde su personaje, Dick Hallorann, es asesinado por Torrance. Se dice que Duvall fue el principal blanco de la ira del director. El estrés al que fue sometida la actriz le provocó enfermedades físicas y pérdida del cabello. "Estás desperdiciando el tiempo de todos los que estamos en el set", le gritaba. Años después, Duvall aseguró que era una treta de Kubrick para lograr que alcanzara el grado de deterioro físico y moral que su personaje requería. Aclaró que, aunque no se arrepentía, jamás lo haría de nuevo.

Jack Nicholson llevó una buena relación de trabajo con el director, a pesar de las altas exigencias de éste. La entonces pareja del actor, Anjelica Huston, contó que en ocasiones Jack llegaba del set tan cansado que se desplomaba sobre la cama y no despertaba hasta el día siguiente.

El resto del equipo tampoco la tuvo fácil. El actor Joe Turkel (el cantinero Lloyd) contó en una entrevista, en 2014, que la escena en el bar del Overlook fue ensayada seis semanas y el rodaje fue desde las 9 de la mañana a las 10:30 de la noche. La escena

en que las puertas del elevador se abren y desbordan sangre quedó lista en tres tomas. Preparar cada toma se llevaba alrededor de seis días, porque Kubrick pensaba que "no se veía como sangre".

### El legado de *El resplandor*

Recién estrenada, la película tuvo muchos puntos en contra: King, el autor de la novela, nunca estuvo a favor del enfoque del filme, tanto con la narrativa como con los intérpretes elegidos; aunque reconoció que visualmente era impresionante y recibió fuertes críticas de la prensa.

A pesar de sus múltiples ataques y destructores (entre los que están los lectores de King), la cinta se ubica entre las grandes del género de horror. En 2001, el American Film Institute (AFI) la incluyó en los 100 mejores thrillers en 100 años en el número 29. En 2003, Jack Torrance obtuvo el sitio 25 entre los 100 mejores héroes y villanos del celuloide y en 2005 la frase: "¡Aquí está Johnny!", alcanzó el escalón 68 de las 100 mejores frases de la gran pantalla.

*El resplandor*, a través de sus secuencias (logradas en buena medida gracias a la Steadycam) ha influido a docenas de cineastas. Ha sido homenajeada y parodiada en innumerables películas, series de TV, videojuegos, canciones y un largo etcétera.

Por mucho que le pese al tío Stephen, *El resplandor* resultó ser un Cadillac que llegó muy, muy lejos; demasiado como para no tener motor. **M**

## LAS ADAPTACIONES DE STEPHEN KING

**E***l resplandor* fue apenas la segunda novela de Stephen King en ser llevada al cine. Desde entonces, las películas basadas en su obra fueron una constante.

### **Carrie (1976)**

El primer libro de King fue también el primero en ser llevado a la gran pantalla. El escritor contó que sólo recibió 2,500 dólares por los derechos de su obra. No le importó con tal de ver su novela en el cine.

### **Cuentos macabros (1982)**

Es el protagonista de una de las tramas que forman la película, basada en las historietas de terror de los años 50, de EC Comics.

### **Zona muerta (1983)**

David Cronenberg le hace los honores a la novela acerca de un hombre que, tras un accidente, puede ver el futuro de las personas sólo con tocarlas.

### **Cujo (1983)**

King tuvo su etapa más dura contra el alcoholismo al mismo tiempo que escribía la historia del San Bernardo que aterrorizó a un pequeño pueblo. Él mismo admite no recordar haber escrito *Cujo*.

### **Bala de plata (1985)**

El filme tuvo una fría respuesta, ya que el hombre lobo que muestra no fue lo bastante convincente y desmereció ante otros de la época, como *Un hombre lobo americano en Londres*.

### **Miseria (1990)**

La historia de una fanática que tiene prisionero a su autor favorito le dio a Kathy Bates el primer Oscar para Mejor actriz por un filme de terror.

## ¿CUÁL ESCENA ES TU FAVORITA?

Lo preguntamos en Facebook y así fueron los resultados. Tú, ¿por cuál votas?



Sangre saliendo del elevador:

**406 votos**



Jack Torrance asomándose por la puerta:

**299 votos**



Gemelas al fondo del pasillo:

**251 votos**

Algunos sugirieron otras escenas, como la de la señora en la tina de baño, la del bar o el niño moviendo el dedo al decir "redrum".

Participa en nuestro sitio Facebook.com/MuyInteresanteMexico.



# LUGARES APOCALÍPTICOS



## BELCHITE

Este pueblo en Zaragoza, España, está en ruinas y deshabitado desde 1937, cuando fue escenario de una de las más cruentas batallas de la Guerra Civil española. Las autoridades decidieron no reconstruirlo para que quedara como memoria de la devastación del conflicto bélico que marcó la historia del país.

A consecuencia de catástrofes naturales y desastres provocados por el hombre, existen en el planeta sitios cuyo abandono y desolación los hacen parecer escenarios del fin del mundo. **Por Luis Felipe Brice**



## CHITTAGONG

Puerto de Bangladés, uno de los más grandes cementerios de barcos en el orbe. Se trata del destino final de embarcaciones que, cumplida su existencia útil, son desguazadas ahí por trabajadores cuyas vidas y salud corren riesgo al exponerse a graves accidentes y sustancias muy tóxicas que emanan de los viejos navíos.

## POVEGLIA

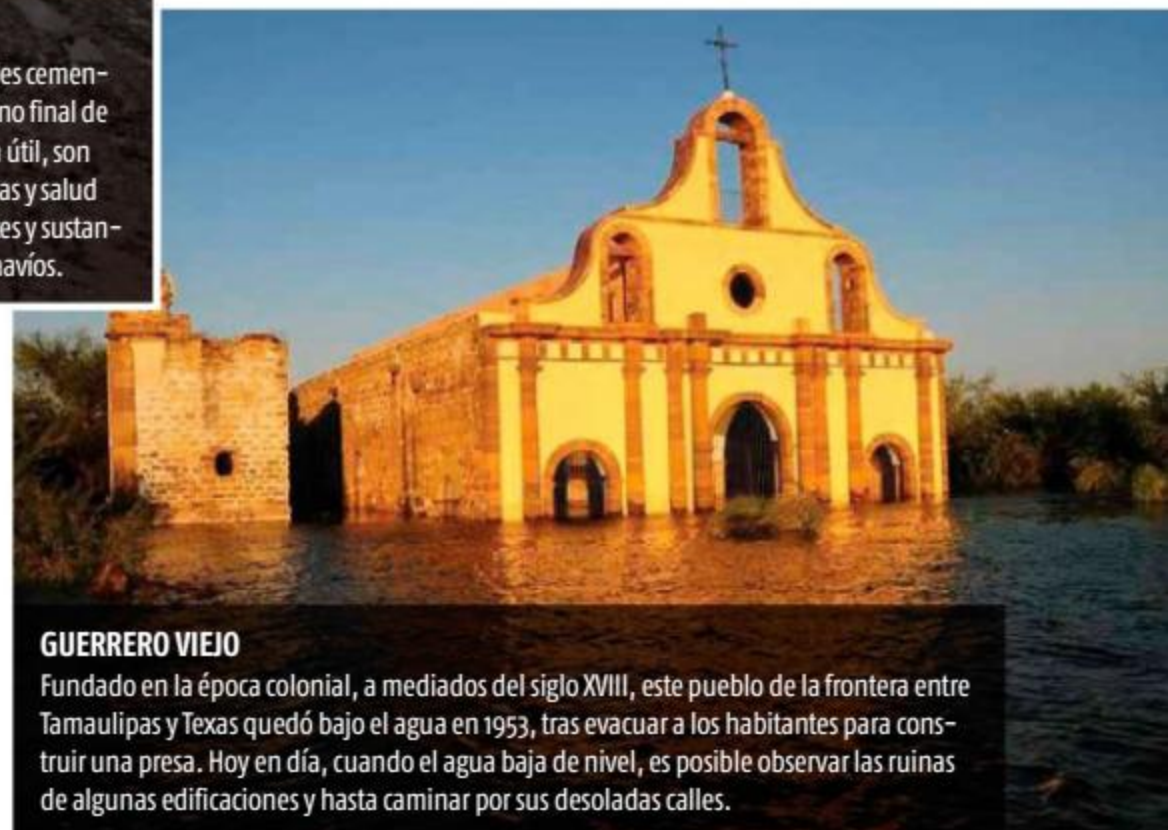
En medio de la laguna de Venecia, al noreste de Italia, se encuentra la considerada "isla sin retorno". Tal denominación se debe a que ha sido el destino final de enfermos y cadáveres con motivo de guerras, epidemias y el establecimiento de un hospital psiquiátrico. Todo ello ha favorecido la huida de los pobladores, convirtiéndola en isla fantasma.



## PRÍPIAT

Debido a la radiación producida en 1986 por la explosión de la central nucleoelectrónica de Chernóbil, esta ciudad de Ucrania, fundada apenas en 1970, tuvo que ser desalojada por completo y todos los animales sacrificados. A partir de entonces se convirtió en una urbe fantasma visitada tan sólo por documentalistas, fotógrafos, turistas aventureros y vándalos.

FOTOS: SITIOSDEESPAÑALES; JORGE FRANGANILLO; NAT GEO; NOTIZIE.IT; GETTY IMAGES



## GUERRERO VIEJO

Fundado en la época colonial, a mediados del siglo XVIII, este pueblo de la frontera entre Tamaulipas y Texas quedó bajo el agua en 1953, tras evacuar a los habitantes para construir una presa. Hoy en día, cuando el agua baja de nivel, es posible observar las ruinas de algunas edificaciones y hasta caminar por sus desoladas calles.





### HASHIMA

La llamada, por su forma, "isla acorazado", se encuentra a unos cuantos kilómetros de Nagasaki, Japón. Habitada desde 1887 para la explotación de sus ricas vetas de carbón, fue cerrada y abandonada en 1974 debido a la baja en la demanda mundial de esa materia prima. Sus ruinas son ejemplo de cómo se verían las ciudades si desaparecieran los humanos.



### SAN JUAN PARANGARICUTIRO

Este pueblo del estado de Michoacán, México, quedó sepultado por la lava que arrojó la erupción del volcán Parícutín en 1943. Por ello, sus habitantes debieron emprender el éxodo para fundar una nueva población del mismo nombre. Hoy, del antiguo asentamiento sólo pueden verse ruinas de construcciones, como la iglesia.

### SANZHI

Construido en la costa norte de Taiwán (República de China), este complejo vacacional futurista nunca abrió sus puertas y fue abandonado por completo en 1980. Las razones: pérdidas económicas y una serie de muertes misteriosas. Paradójicamente, en la actualidad, gracias a la forma de ovni de sus edificaciones, atrae la curiosidad de turistas.



### HUMBERSTONE

Este asentamiento, establecido hacia la década de 1870 en el desierto de Atacama, en Chile, fue una de las principales explotaciones de nitrato (salitre) para la fabricación de fertilizantes en el mundo. Fue a principios de la década de 1960 cuando la salitrera concluyó sus operaciones y se convirtió en el típico pueblo minero fantasma.

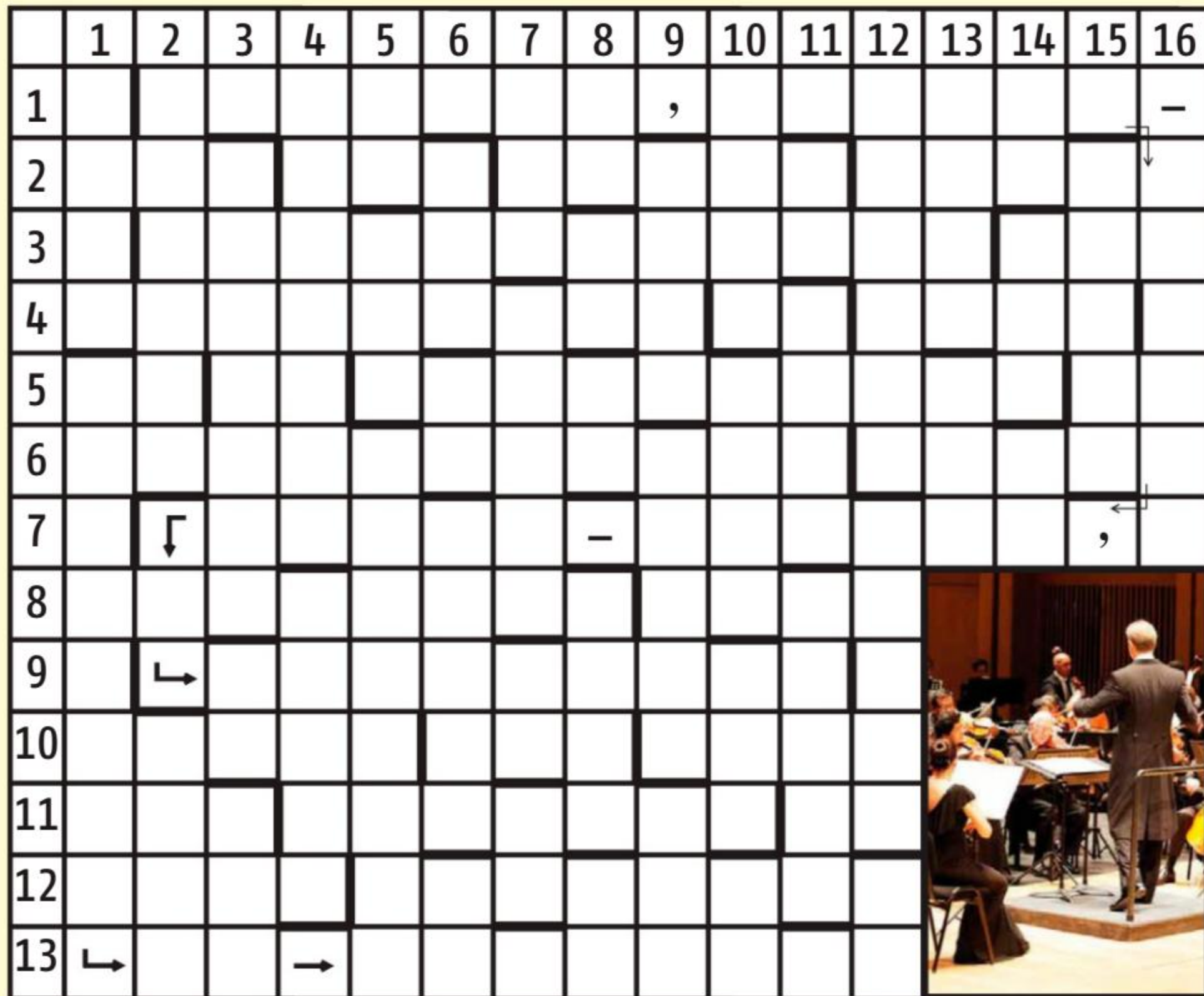


### CENTRALIA

En Pensilvania, EUA, surgió y se desarrolló en torno a la explotación del carbón hasta 1962, cuando a alguien se le ocurrió quemar basura en una mina abandonada. El fuego se extendió al resto de las minas subterráneas provocando un incendio (persistente hasta hoy día), que hizo inhabitable el sitio y obligó a su evacuación definitiva.



Por Dantón Chelen



Envíanos la frase al correo [muyinteresante@televisa.com.mx](mailto:muyinteresante@televisa.com.mx)

La palabra **orquesta** deriva del griego  $\text{o\rho\chi\acute{\eta}\sigma\tau\epsilon\alpha}$  (*orkhēstra*) y significa "lugar para danzar", en referencia al espacio que en los teatros de la antigua Grecia estaba destinado tanto a espectáculos artísticos como a eventos cívicos y religiosos; hoy en día, el término alude a un conjunto de instrumentos musicales y a los músicos que los tocan o ejecutan.

Al seguir las flechas descubrirás una frase relativa al **TEMA**.

El término **FIGURA** indica que se trata de una o más palabras relacionadas.

#### HORIZONTALES

1. Cero - Aquí comienza la frase a descubrir: "Aunque la orquesta nace como tal en el Barroco (siglo XVII y principios del siglo XVIII), es en el Clasicismo (segunda mitad del siglo XVIII) cuando se establece la instrumentación y la forma como la conocemos actualmente: ..."
2. Onomatopeya del ruido producido al caer o chocar algo - Mar, en inglés - Mucosa muy

vascularizada que rodea la base de los dientes - Velo con el que las mujeres musulmanas se cubren la cara

3. Conjunción copulativa - **FIGURA** - Preposición que significa oposición, retroceso, repetición
4. Atendible, admisible, recomendable - Vocal repetida - Pieza de barro cocido, por lo general en forma de canal, que se emplea para cubrir el tejado o techo de un edificio - etnanosnoc amitlúnepetnA
5. Quinientos uno romano - Símbolo del níquel - Lugar donde se sierra madera - Símbolo de noreste
6. Que por sus cualidades es imposible o muy difícil de describir - Relativo al Sol
7. Símbolo de röntgen - **Continuación de la frase (inv)**
8. Expulsar con fuerza un órgano, cavidad o conducto su contenido, en especial semen - Remolcar una embarcación a otra
9. "Vitamina cítrica" - **Continuación de la frase** - Letra que en el alfabeto fonético aeronáutico se le asigna la palabra "Romeo"
10. Inclínación de un terreno o del paramento de un muro - Caliente, en inglés - Hipocorístico de Ernesto
11. Baile popular andaluz - Dureza o rigidez - Segunda terminación verbal

12. Cada uno de los caracteres empleados en la antigua escritura escandinava - Acceder, consentir en lo que otro solicita o quiere
13. Continuación de **FIGURA**

#### VERTICALES

1. Organización de Países Exportadores de Petróleo - **FIGURA**
2. Arcilla blanca muy pura que se emplea en la fabricación de

### RESPUESTA DEL NÚMERO ANTERIOR

#### FRASE RELATIVA AL LIBRO LOS VIAJES DE MARCO POLO

"Los viajes de Marco Polo -conocido también como *El libro de las maravillas* o *El libro del millón*- describe distancias y consejos para el viajero, productos, mercaderías, costumbres y tradiciones de los múltiples territorios y pueblos bajo dominio mongol".

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	T	E	R	R	I	T	O	R	I	O	S	↓	A	L	M	A
2	A	C	A	E	C	I	L	U	S	O	P	Y	M	E	A	S
3	L	O	G	N	O	M	←	S	O	C	A	↓	M	O	R	A
4	K	A	R	E	N	O	O	T	R	A	M	P	A	N	T	E
5	U	U	U	P	O	N	I	I	O	T	A	U	O	I	E	A
6	B	T	A	U	C	A	N	C	I	O	N	E	R	O	S	C
7	L	O	C	A	L	Y	I	H	A	D	O	B	I	S	P	O
8	A	R	C	E	A	E	M	E	N	O	S	L				
9	I	A	I	U	S	R	O	L	T	I	E	O				
10	↓	V	I	R	T	U	D	L	I	N	O	S				
11	K	I	L	O	A	R	↓	O	J	A	B	←				
12	A	S	I	P	←	E	D	←	U	N	A	M				
13	N	O	C	A	M	A	R	O	N	E	R	O				



**FELICIDADES A:**

1. Miguel Ángel Gómez Saavedra
2. Armando Anaya González
3. Yurit Vázquez
4. Fausto Lorenzo Rivas Vázquez
5. Ericka G.
6. Luis Manuel Corripio Mazzocco
7. Ubaldo Trejo Briseño
8. Germán Cardona
9. Sofi Flores
10. María Teresa Meneses

Primeras 10 personas que enviaron la frase correcta de la edición del mes de octubre.

porcelanas, aprestos y medicamentos  
- **Continuación de la frase** - Gran masa de nieve que se derrumba de los montes con violencia y estrépito

3. A, E, I, O, ... - Tejido fino de lana o algodón, ligeramente cardado por una de sus caras - Iniciales de Pedro Linares (1906-1992), artista mexicano, creador de las figurillas de papel maché llamadas alebrijes - Nombre de la letra N

4. Arista, sobre todo la que resulta del encuentro de las paredes de un edificio - Ciudad autónoma española situada en la orilla africana del estrecho de Gibraltar

5. Nota musical - United States of America - Atolondrado

6. Símbolo de debye - Primeras vocales - Abreviatura de señor - En la cosmovisión mapuche, espíritu creador del hombre - Moverse hacia determinado lugar

7. "A A A A A" - Espacio llano, cornisa o barrera elevada que separa dos zonas - Segundo mes maya - Símbolo del seaborgio - En termodinámica, representación de la cantidad de calor

8. Sin Número - Símbolo del tallo - ¡México! ¡México! ¡Ra, ra, ...! - Letras seguidas - Naciones Unidas

9. Ir un cuerpo hacia abajo por la acción de su propio peso - Conjunto de bienes que se obtiene de un robo - Real Academia Española

10. Elemento compositivo que significa en vez de, que hace las veces de - Que tiene una estatura superior a lo que se considera normal - Organización de los Estados Americanos - Dominio de nivel superior geográfico para Serbia

11. "Un palito" - Amnistía Internacional - Paraíso terrenal - Adverbio que indica prioridad en el espacio o en el tiempo - Símbolo de tonelada

12. "Nadie prueba los ... antes que el milpero" - Concepto o expresión falsos, no conformes a la verdad - Interjección que se usa para dar énfasis a algo que se acaba de decir o se va a decir

13. Nueve, en inglés - Rey, en francés

14. "TeTe" - Planta hortense cuyo bulbo, de fuerte olor característico, se utiliza como condimento - Cincuenta y cinco romano

15. Símbolo del oxígeno - Piña

16. Continuación de la frase

**Tantos tontos tópicos**

Aurelio Arteta  
Booket

**L**os tópicos son lugares comunes

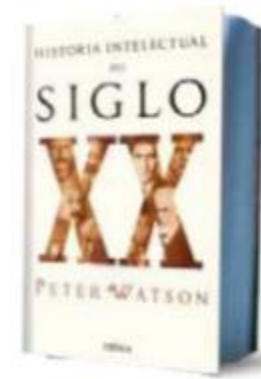
-verbales, en el caso de este libro- bastante conocidos, usados con frecuencia por todos o por muchos: "Todos somos culpables", "Yo no he hecho nada", "No es nada personal", "El problema es muy complejo", "Una cosa es la teoría y otra la práctica", etcétera. Dado que hoy, más que nunca, en redes sociales abundan los opinadores en todo y nada, el autor reúne una colección de estas figuras retóricas (unas de carácter moral, otras políticas) y las analiza con lupa, quizá para demostrar que algunas de ellas nos ahorran el trabajo de meditar las cosas antes de observarlas e invita a pensarlas mejor antes de usarlas.

**Los dos hemisferios de Lucca**

Bárbara Anderson  
Aguilar

**B**árbara dice que sentía un "suéter de mármol" por la culpa de no haber pujado lo suficiente cuando nació su hijo Lucca, cuyo cerebro se dañó en el parto por hipoxia. Por fin supo que en ese momento no había nada que hacer y se concentró en lo que

sí podía, lo que otros ven como imposible: tratar la parálisis cerebral nivel 4 (el máximo) de Lucca. Gracias a un empresario mexicano supo de un aparato, el Cytotron, desarrollado al otro lado del mundo, en Bangalore, por un médico indio. El viaje para probar el tratamiento le reveló a Bárbara tanto sobre medicina y ciencia como sobre sí misma, sus dos hijos y su pareja. Ella ayudó a traer el aparato a México, donde se investiga su efecto en el cáncer. Curiosidad y esperanza.

**Historia intelectual del siglo XX**

Peter Watson  
Crítica

El siglo XX ha sido en muchos sentidos una pesadilla, escribe Peter Watson, historiador y periodista británico; pero entre tanto alboroto hay grandes creaciones intelectuales, como las revistas, el feminismo, la física, el movimiento ecologista y otras ideas narradas con datos que aseguran horas de entretenimiento.

**Riesgos de los viajes en el tiempo**

Joyce Carol Oates  
Alfaguara

En el año 2039 los viajes a través del tiempo son reales. Sin embargo, aquí no son el origen de divertidas aventuras, sino castigos de la autoridad al que denominan "exilio". El viaje de la joven protagonista a 1959 será una auténtica revelación para su futuro.



# A PRUEBA DE BALAS

**L**os cubos que ves en la imagen de arriba son de plástico impreso en 3D y tienen un patrón tan complejo que son capaces de resistir hasta el impacto de una bala.

Estas figuras de polímero fueron creadas por investigadores de la Universidad Rice (EUA), quienes basaron el patrón en estructuras microscópicas teóricas llamadas tubulanos (hechas con nanotubos de carbono), las cuales fueron teorizadas en 1993.

Hasta ahora, estas estructuras no habían logrado crearse con éxito debido a la dificultad para fabricar los nanotubos de carbono. Sin embargo, los científicos ampliaron ese patrón y construyeron simulaciones en computadora hasta crear el que usaron en sus cubos, que son tan resistentes que al recibir un impacto de bala absorben la energía cinética y sólo se daña un área mínima o la primera capa. Este descubrimiento podría revolucionar distintos campos, como la industria aeroespacial o automotriz, que requieren materiales ligeros pero resistentes.

Fuente: Universidad Rice; onlinelibrary.wiley.com



## Primeras pruebas

**E**n 2017, los ingenieros de la Universidad Rice también usaron impresión 3D para realizar un estudio sobre cubos, pero con un patrón de schwartzitas, otro modelo de estructuras teorizadas hace más de 100 años y que llevaron a la realidad con sus figuras geométricas.



**EN OTRA DE LAS PRUEBAS** emplearon una prensa para aplastarlos y descubrieron que colapsan sobre sí mismos sin agrietarse.

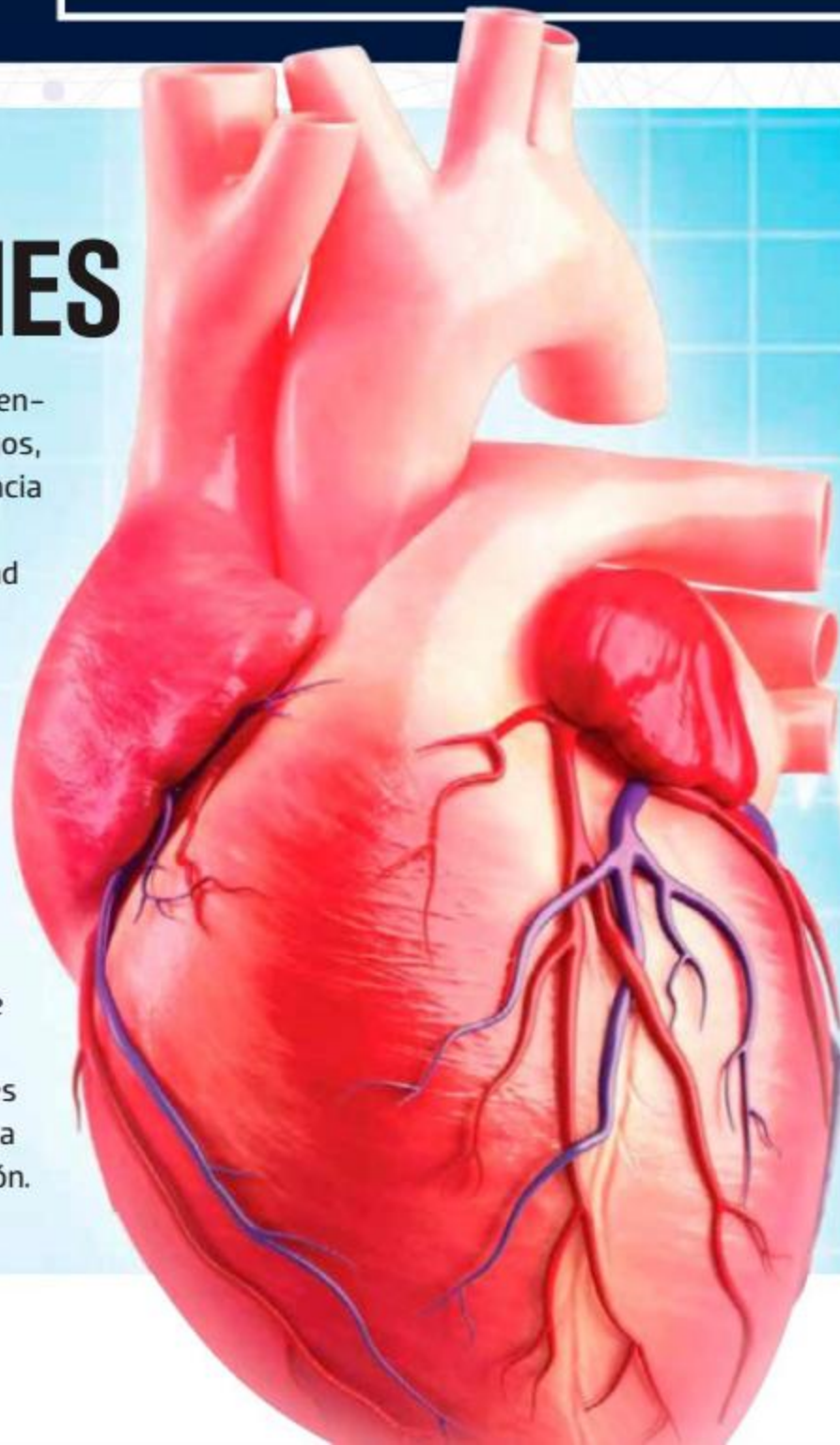
# PREMONICIONES

**C**uánto vivirá una persona con insuficiencia cardíaca ya no será cosa de adivinos, sino de cálculos basados en inteligencia artificial.

Tras ser diagnosticado con esta enfermedad y recibir un trasplante de corazón, Avi Yagil, profesor distinguido de Física de la Universidad de California en San Diego (EUA), se asoció con colegas médicos para buscar una mejora en el pronóstico y tratamiento de personas con la misma condición.

El equipo de cardiólogos y físicos encontró la fórmula: un algoritmo de aprendizaje automático que crea un modelo que determina el riesgo de muerte del paciente basándose en ocho variables que van desde la presión arterial hasta los niveles de creatinina, la cual es excretada en la orina. Hasta ahora, el modelo ha realizado sus predicciones con 88% de precisión.

Fuentes: eurekaalert.org; onlinelibrary.wiley.com







**EL DISPARO** tenía una velocidad de 5.8 kilómetros por segundo y quedó atrapado en la segunda capa de la estructura.

## ¿A QUÉ HUELE?

**E**l característico olor a viejo de algunos libros podría ser un identificador para saber si estos necesitan algún método de preservación o si sus hojas aún están en buenas condiciones.

Investigadores de la Universidad de Aveiro (Portugal) crearon una "nariz electrónica" con seis sensores que distinguen aspectos clave del papel, tales como su composición, las condiciones en que éste se encuentra y la edad que tiene.

Este dispositivo, basado en cristales de cuarzo piezoeléctricos, identifica los compuestos orgánicos volátiles que emiten los libros, y con la información recopilada puede deducir qué ejemplares requieren algún tratamiento de preservación.







## INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## A13 BIONIC, EL SUPERCEREBRO DE LOS NUEVOS IPHONE

**E**l procesador que ha puesto Apple en los iPhone 11 iguala –por no decir que supera– las innovaciones y la capacidad en inteligencia artificial (IA) del chip Kirin 990 que llevarán los próximos móviles de gama alta de Huawei, y la del Snapdragon 855 de Qualcomm que montarán los mejores equipos del resto de fabricantes que no sean Apple o Huawei. El A13 Bionic integra muchos otros chips que lo hacen hasta 20% más potente que su versión anterior, el A12. El resultado: una memoria mejor, más eficiencia en la gestión del sonido y la pantalla, un aumento significativo de la capacidad de procesamiento computacional de la fotografía y rendimientos superiores en la ejecución de los modelos entrenados de aprendizaje de máquinas, o *machine learning*. Es evidente que ya no se puede hacer un celular puntero sin IA.

La pequeña gran bestia de Apple ha sido construida en un proceso de sólo 7 nanómetros, es decir, 7 milmillonésimas partes de un metro. ¿Qué quiere decir esto? Que tiene espacio para 8,500 millones de transistores en una superficie similar a la de la uña del dedo meñique. Quizás esto explique los precios de los iPhone 11, 11 Pro y 11 Pro Max, que van de los 17,000 a los 36,000 pesos.

## LA MANO ROBÓTICA QUE OBEDECE A LA MENTE

**I**ngenieros de la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL), en Suiza, han creado un prototipo de mano robótica para personas con amputaciones. Funciona con control compartido: las personas con un brazo amputado piensan que mueven su miembro desaparecido y el cerebro envía señales a los músculos que terminan en el muñón. Los sensores de la mano captan esas señales y un algoritmo de inteligencia artificial las interpreta y las convierte en movimientos de los dedos de la extremidad. Ahora viene la otra parte del control, independiente de los deseos del usuario: los sensores táctiles de la mano reaccionan en 400 milisegundos; si notan que se les resbala la botella que han recogido, por ejemplo, sujetan para que no se les caiga. Así, la prótesis tiene dos controles: uno mental y otro robótico.



**UN INVESTIGADOR** de la EPFL ejecuta movimientos que la mano robótica imita. El prototipo se ha probado con éxito en tres personas amputadas y siete que no lo están.

## LOS RELOJES DEL MES



### FLUX 1440

**UNA JOYA ANALÓGICA.** Este prototipo de reloj de pared no tiene ruedecillas y tuercas, sino cordones marcados con tramos de color negro. Al transcurrir los segundos, los cordones se mueven de forma que dibujan la hora en el frente.



### SMART SPEAKER WAKE UP

**ESTE ALTAVOZ INTELIGENTE** estéreo, con reloj y radio-despertador incorpora Alexa, el asistente de Amazon. Creado por la firma Energy Sistem, tiene 10 W de potencia, cargador inalámbrico, puerto USB y entrada de auriculares.



## ¿UN GRAN MEJILLÓN? NO, UN AURICULAR

**L**os Human Headphones son auriculares inalámbricos –¡bendito Bluetooth!– que se acoplan cómodamente a las orejas para crear un entorno cerrado donde la música, videos, juegos y llamadas telefónicas suenan nítidas, equilibradas y potentes, libres de los molestos ruidos exteriores. Buena parte de la responsabilidad de este rendimiento es atribuible a sus *drivers* –los elementos que vibran y producen el sonido–, de 30 milímetros.

Integran controles táctiles muy intuitivos y aguantan nueve horas de uso a pleno rendimiento. Para cargarlos debes juntar las dos unidades –¡un mejillón cerrado!–, que en ese caso pueden funcionar como un altavoz. Su precio ronda los 200 dólares.






# A COLOR Y PORTÁTIL

**A**hora podrás imprimir sobre la superficie que desees sin importar si es papel, cartón, plástico o incluso metal. La impresora portátil PrinCube es ideal para estampar todo tipo de diseño en vasos, gorras e incluso sobre tu laptop y, por qué no, hasta en tu piel.

Este dispositivo, de apenas 160 gramos de peso, trabaja de la mano con tu teléfono inteligente. Primero, ambos se conectan vía wifi, y después el celular escanea un código QR que permite acceder a la impresora para cargar el diseño que se utilizará. Al apretar el botón de inicio y luego de que las luces sean verdes, está listo para emplearse. De acuerdo con sus creadores, la startup The God Things, PrinCube es la única en el mundo con la que pueden grabarse diseños a color.

Tú decides si imprimes un único diseño o varios, ya que es capaz de estampar varios bocetos alineados. Con una carga de batería puede usarse hasta por seis horas, y con un mismo cartucho (muy fácil de cambiar) pueden imprimirse hasta 415 páginas tamaño A4. 



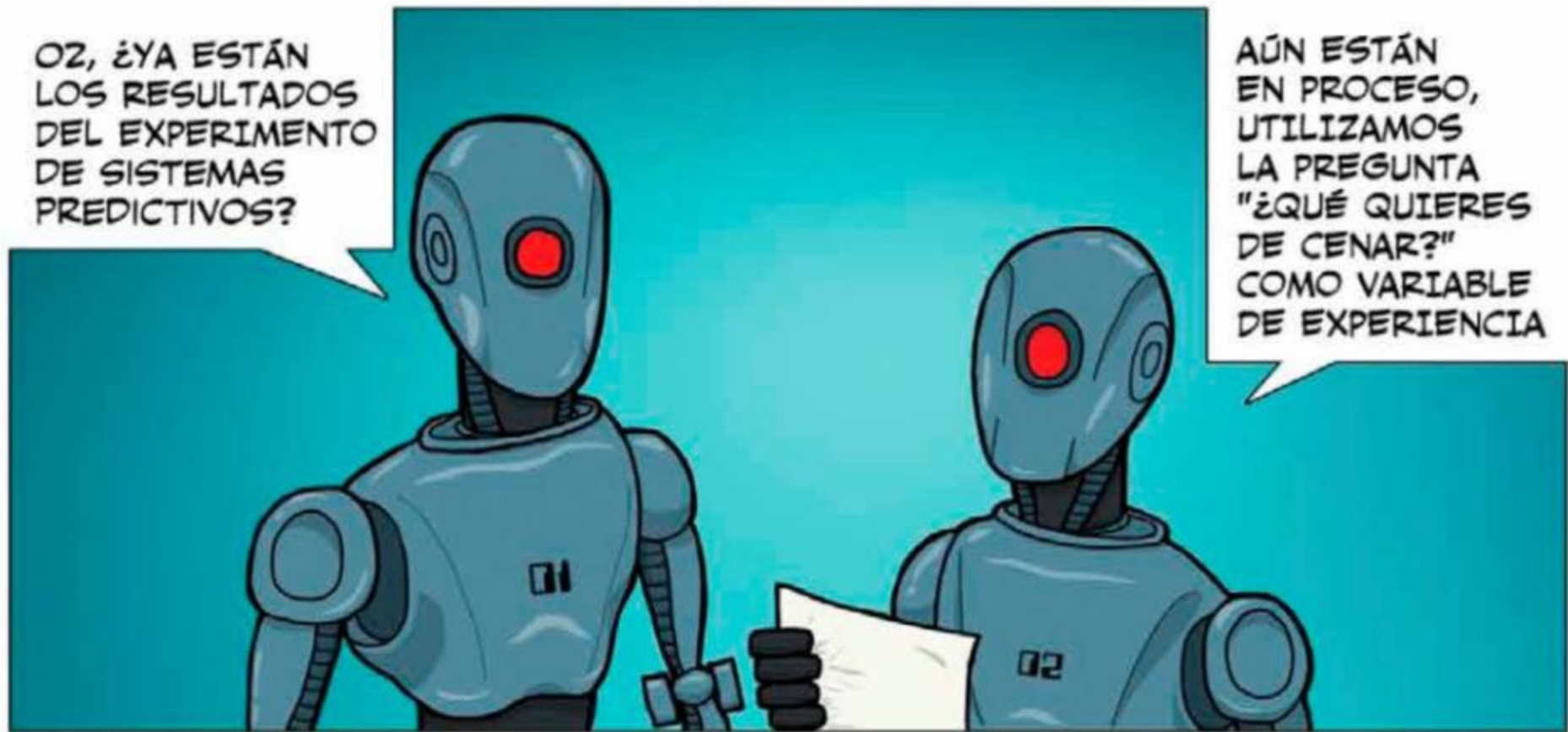
## Los creadores

**P**rinCube fue desarrollada por la *startup* The God Things, que busca crear productos innovadores y que cuenta con un equipo en Nueva York (EUA) y otro en Shenzhen (China).





Por David Cándido Osorio





# SUSCRÍBETE

POR SÓLO **\$449**

(Precio regular \$588)

**12** EJEMPLARES

ADEMÁS LLÉVATE DE REGALO  
LOS ESPECIALES  
SEGUNDA GUERRA MUNDIAL  
VOLUMEN I, II, III y IV.



*\*Imágenes ilustrativas*

LLAMA AHORA

**800 222 2000**

**muy**  
INTERESANTE

Hasta agotar existencias. Pago en una sola exhibición de \$449. No aplican cancelaciones ni devoluciones. Aplican restricciones. Promoción válida al 31 de enero de 2020. Precio sujeto a cambio sin previo aviso. Atención a suscriptores: 800-REVISTA (738-47-82) de lunes a viernes de 8 a 19 hrs. y sábados de 9 a 14 hrs.



# FERRATO®



CODE  
269-5127

CODE  
269-5167



EFFECTOS DE COLOR  
LOGRADOS  
ARTESANALMENTE

[www.andrea.com](http://www.andrea.com)



Lada sin costo 477 788 4600