

TECNOLOGÍA PARA BORRAR MALOS RECUERDOS

MUY INTERESANTE

35
ANIVERSARIO
1984 • 2019

¿PODEMOS SOBREVIVIR AL CAMBIO CLIMÁTICO?

LA CIENCIA TIENE LA CLAVE PARA ADAPTARNOS

¡Nuestros usuarios de Facebook eligieron el tema de portada!

Cómo eran los **tiburones prehistóricos**

Flora y fauna de las **Islas Mariás**

¿Regresa la **peste bubónica?**



SEPTIEMBRE DE 2019, No. 09

7 509997 048307 03609

Para más info: 256
Cruzada 44000 170000
Cruzada 44000 170000
Escribenos: 1330

www.muyinteresante.com.mx



TÚ PLANTASTE
LA SEMILLA,
JUNTOS LA HICIMOS
CRECER.

Cada vez que eliges una marca de **MOBILITY ADO®**,
estás destinando parte de tu compra al desarrollo
de comunidades y la conservación del medio ambiente
en **México**.

Acciones que **mueven**.



CUIDADO DEL
MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN **ADO** 

SUMARIO Año XXXVI No. 09



34 años contigo

¡Estamos de fiesta! Este septiembre Muy cumple otro año ofreciéndote las historias más interesantes y lo mejor de la ciencia.

40 Cambio de chip

La ciencia indaga en la posibilidad de borrar malos recuerdos y neutralizar traumas.



58 De prisión a edén

Las Islas Marías dejan de ser un centro de reclusión para convertirse en un parque ecológico.



76 Documento Viejo enemigo

Yersinia pestis, la culpable de la peste negra, continua dejando un rastro de muerte a su paso.



46 EN PORTADA México contra el clima

Los impactos del cambio climático son la realidad de millones de mexicanos. ¿Cómo estamos enfrentando la amenaza?



64 Anomalías espaciales

Explosiones, nebulosas, anillos galácticos y señales misteriosas son algunos de los raros secretos que esconde el Universo.

70 Tiburón a la vista

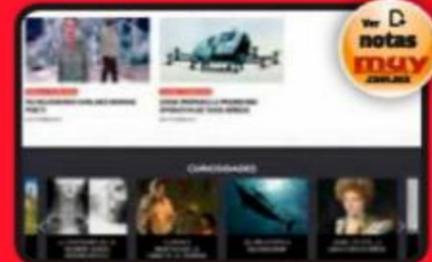
Las especies prehistóricas nos ayudan a entender la evolución de estos magníficos depredadores.



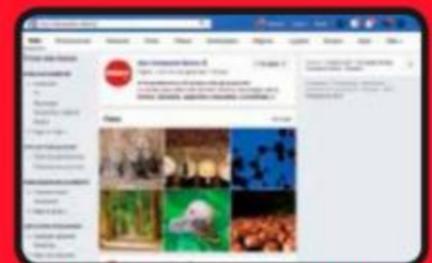
¿Quieres saber más de todo? Navega por nuestra página: muyinteresante.com.mx



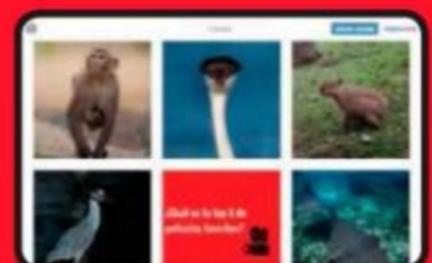
Todas las interrogantes tienen una respuesta, descúbrela aquí.



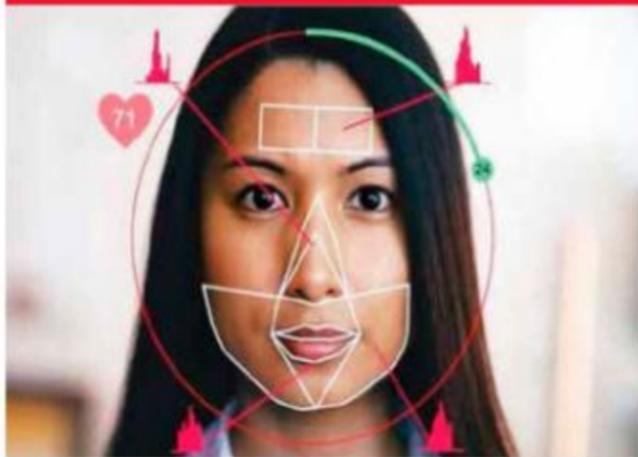
La información científica que no te puedes perder.



Las últimas noticias sólo en nuestras redes sociales.



Descubre en nuestro Instagram imágenes impactantes.



5 Muy web

Lo más leído por nuestros lectores en redes sociales.



6 Actualidad

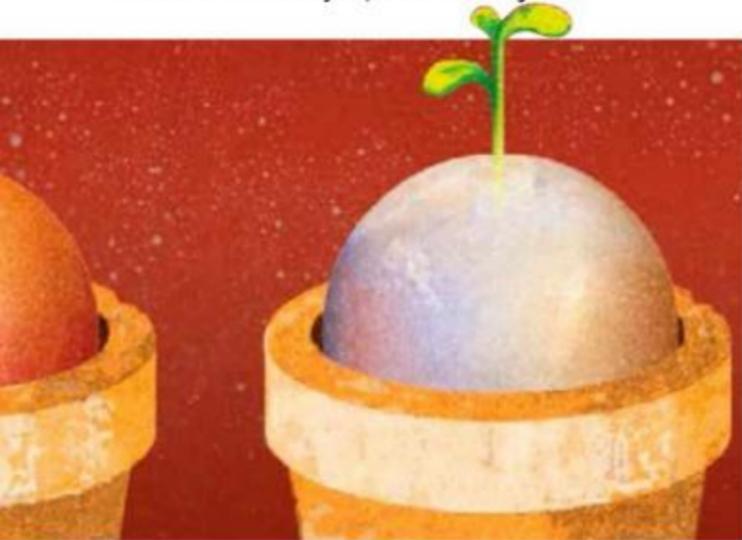
Conoce cuántos internautas existen en el mundo; los cocodrilos vegetarianos; los bichos que viven en tus ojos y el plástico que está revistiendo las rocas costeras.

16 In Situ

Ángela Posada y la mala información en Internet.

18 Sala de exposición

Retrato de los Arnolfini, de Jan van Eyck.



20 De palabras

Las salsas.

22 México al descubierto

Celestún, Yucatán.

24 Citas

Cambio climático.

25 Innovación

Tenis con aroma a café.

26 Tocar lo invisible

José Gordon y el ritmo de la vida.

30 Mitos y leyendas

El gran diluvio huichol.

32 A la luz de la razón

El asteroide que podría acabar con la vida en la Tierra.

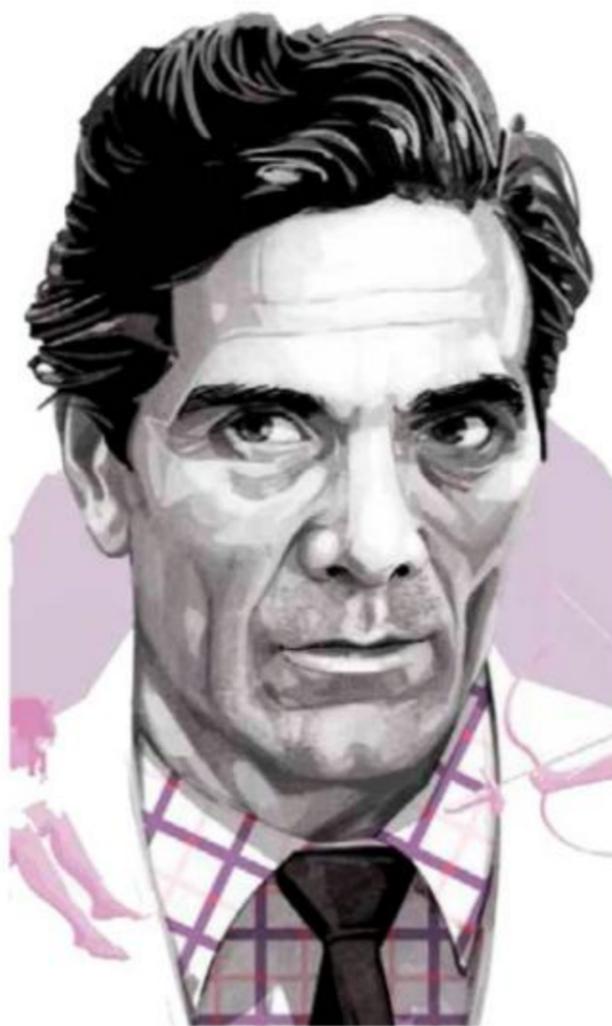
84 Preguntas y respuestas

¿Dónde podrán verse los próximos eclipses solares?



86 Escenas de la historia

Primer laboratorio orbital Mir.



88 Protagonistas de la historia

Pier Paolo Pasolini, intelectual de la posguerra.

90 Cinescopio

Filmes de Jason Bourne.

92 Muy Recomienda

Los eventos que no te puedes perder y las mejores recomendaciones de libros.

94 Frasegrama

Encuentra la oración relacionada con la divulgación científica.

95 Los diez

Plantas más venenosas.

96 Mondo fractal

Lo que quedó.



Editorial	Contenido editorial
Gerardo Sifuentes Marín Director Editorial	Roberto Moran Director
Sarai J. Rangel Coordinadora Editorial	Audiencias Print Jorge Morett Director
Luis Antonio Torres Liho Corrector de Estilo	Ventas Marlen Hernández Mejía Coordinadora Comercial
Arte	Joaquín Colino Sánchez Ventura Director Comercial y Desarrollo de Negocios
Manuel Arrubarrena Luna Coordinador de Arte	Relaciones públicas Fabián Amione Gerente
Carlos E. Balan Lara Diseñador	Marketing Fabiola Arrillaga Treviño Directora
Portada	Alejandro Avalos Angulo Coordinador
José Antonio Díaz de León Fotoarte	Digital Jorge Taboada Director
Colaboradores Externos	Mejora continua y operaciones Guillermo Caballero Director
Adriana Palma Salinas Diseño	Finanzas y administración Rosario Sánchez Directora
María Fernanda Morales Colín Redacción	Licencia Zinetmedia Global, S. L. S. EN C.
Adriana Cataño Vergara Información	
España Mohar Editora Web	
Eduardo Castro Bermúdez Practicante	



EDITORIAL TELEVISIA
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 XXXVI N° 09. Fecha de publicación: 29-08-2019. Revista mensual, editada y publicada por **EDITORIAL ZINET TELEVISIA, S.A. DE C.V.** Av. Vasco de Quiroga N° 2000, Col. Santa Fe, Alcaldía Álvaro Obregón, C.P. 01210, Ciudad de México, Tel. 5261-2000. Contenido licenciado por **ZINET MEDIA GLOBAL, S.L. S. EN C.** bajo los derechos exclusivos de **EDITORIAL ZINET TELEVISIA, 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 06 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° 1/43281/2475 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, C.P. 02400, Ciudad de México. Tel. 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, Colonia Guerrero, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06350. Tel. 5591-1400. **EDITORIAL ZINET TELEVISIA 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. 01 800 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, Esquina Ejido, Col. Las Peritas, Tepepan, Alcaldía Xochimilco, México, Ciudad de México, C.P. 16010.

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

ISSN 1665 - 3629.
muyinteresante@televisa.com.mx

Tu vida 
conectada
Internet de las cosas



SAMSUNG
SmartThings

ESPACIOS INTELIGENTES, GRAN TECNOLOGÍA. KIT CASA CONECTADA



**ADQUIÉRELO EN
EL CENTRO DE ATENCIÓN A CLIENTES TELCEL MÁS CERCANO**

IoT viajando a la velocidad de GigaRed Telcel



 **telcel**

El precio del equipo NO INCLUYE el Cargo Mensual del servicio SmartThings IoT. El SmartThings IoT es un servicio adicional al Plan Telcel que tengas contratado con el que podrás hacer uso del Kit SmartThings (Kit de Monitoreo Samsung). Consulta el costo del Kit SmartThings y del Servicio SmartThings IoT al contratar un Plan Telcel Max Sin Límite. Información del Kit SmartThings y Plan Telcel Max Sin Límite en www.telcel.com

Línea del tiempo

Todas las mañanas reviso mi *timeline* de Twitter para enterarme de las noticias, tendencias y chismes de todos los ámbitos que circulan por ahí, en particular de ciencia y tecnología, por supuesto. En comparación, me parece que vivimos en un mundo muy distinto al que había en septiembre de 1984, fecha en la que apareció nuestra revista por primera vez. Si un lector de esa década viajara en el tiempo a nuestro presente del siglo XXI, por supuesto se sorprendería de lo que habrá ocurrido: quizá se extrañe de que no existan los aparatos y escenarios que prometía la ciencia ficción, pero también descubriría que muchos de los inventos que hoy disfrutamos fueron descritos por primera vez en las páginas de *Muy Interesante* décadas antes de que fueran de uso común. No hubo intención alguna de predecir el futuro, sino que entonces la revista daba cuenta de los avances que había en aquella época y se especulaba sobre sus posibles aplicaciones. En algunos casos se acertó, como el uso de drones, el desarrollo de Internet y la realidad virtual, teléfonos celulares y aplicaciones médicas, entre otros tantos. No se puede predecir el futuro, pero tenemos algunas aproximaciones que mes con mes aparecen en estas páginas, y diariamente en las pantallas de sus teléfonos y computadoras. El futuro es hoy.



Hace unos meses decidimos hacer una dinámica que parecía arriesgada: convocamos a los seguidores de nuestra cuenta de Facebook para que escogieran el tema que querían ver en la portada de septiembre, la que conmemora nuestro 35 aniversario, que ahora tienen en sus manos. Entre la gran diversidad de ideas que se acumularon, muy pronto nos dimos cuenta de una preocupación generalizada: cómo es que el cambio climático afecta a nuestro país y qué se está haciendo para adaptarnos al mismo. Aquí

lo tenemos entonces: un reportaje original que retrata la realidad que vivimos y cuáles pueden ser las estrategias para enfrentarla. Que lo disfruten.

El equipo editorial de *Muy Interesante* les agradece seguir con nosotros en la gran aventura del conocimiento. Vamos por más años juntos. Reciban un gran abrazo. Seguimos en contacto.

¡Saludos!

Gerardo Sifuentes

@sifuentes



VISITEN NUESTRA
PÁGINA WEB. ANDEN...
muyinteresante.com.mx

Para saber más de todo

¡No te olvides de visitar nuestras redes sociales!



Twitter:
@MuyInteresanteM



Facebook:
Muy Interesante México



Instagram:
muyinteresantemx

FOTOS: EHang; KANG LEE, NURALOGIX; JEAN DAMASCENE HAKUZIM / ONU; LENNY MAUGHAN / STRAVA; GETTY; SURAJ RAMAMURTHY; PSIQUEHYUN; DREW; REPTILES4ALL; LIZZIE DALY

China prepara la primer red operativa de taxis aéreos

La compañía Ehang establecerá una ruta de transporte aéreo de baja altitud que transportará pasajeros y mercancías.



El atleta que crea obras de arte mientras corre

Puedes encontrar inspiración artística donde menos lo esperas.

El corredor Lenny Maughan traza diseños elaborados con sus rutas.

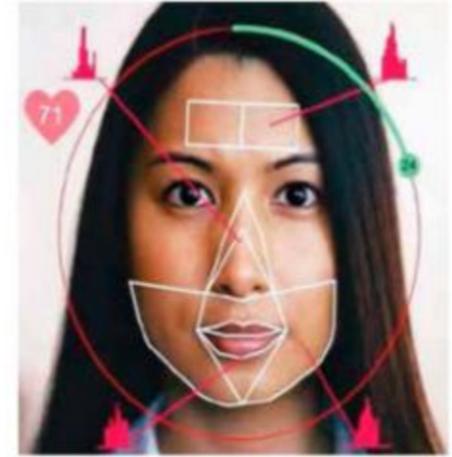


¿Por qué la menta hace que tu boca se sienta fresca?

Porque la menta, al igual que los chiles, tiene una gran historia bioquímica. Descubre cuál es en nuestro sitio web.

¿Medir la presión a través de una selfie?

Monitorear la presión arterial puede algún día ser tan fácil como tomarse una selfie en video, según una nueva investigación.



La seguridad alimentaria está en riesgo, reporta la ONU

500 millones de personas que viven hoy en áreas afectadas considerablemente por el cambio climático serán las primeras en sufrir las consecuencias, advirtió la organización internacional.



Instagram



Peces cartilaginosos

Los milobátidos (Myliobatidae) son una familia de peces cartilaginosos conocidos como rayas águila.



El roedor más grande

Los capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) pueden crecer hasta 1.30 metros y llegar a pesar 65 kilogramos.



¡Lindo collar!

La lagartija *Crotaphytus collaris* no tiene una coloración fija, pero la distingue el delineado negro en su cuello.



Casquete corto

El achichilique pico amarillo (*Aechmophorus occidentalis*) vive en zonas pantanosas de México y EUA.



Animal mítico

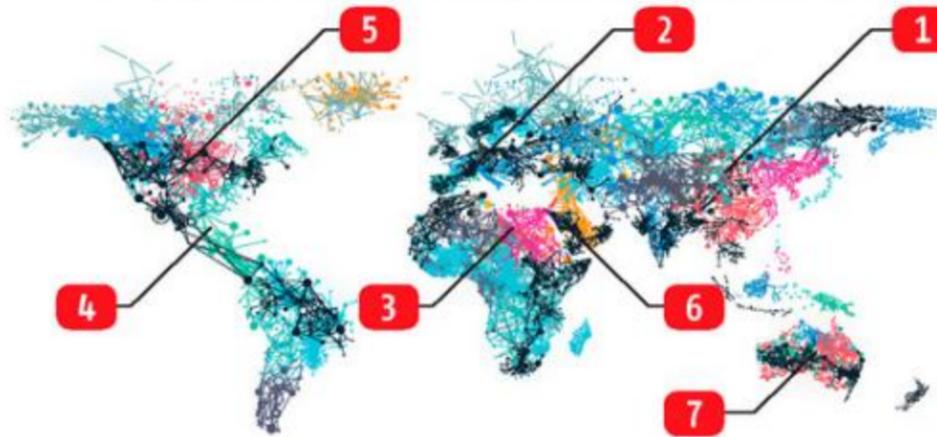
La bióloga Lizzie Daly se llevó la sorpresa de su vida: encontró una medusa gigante en aguas de Reino Unido.



CONEXIÓN

Muchas veces solemos usar el término "Internet" a la par de la palabra "web". Sin embargo, uno depende del otro: el Internet es la red informática que brinda información y la web es la forma en que accedemos a ella, a través del www (World Wide Web). Pero para lograr ingresar primero necesitamos de una conexión, es decir, un sistema que enlace nuestros dispositivos a Internet. Este vínculo podemos obtenerlo de distintas maneras, ya sea a través de una línea telefónica, redes inalámbricas o datos móviles en el *smartphone*. Dependiendo desde cuál de estas conexiones entremos, será la velocidad con la cual navegamos. Pese a que los datos móviles resultan muy útiles hoy en día, no siempre utilizar un celular significa entrar a Internet, puesto que hay teléfonos que no son inteligentes y no cuentan con esta opción; hasta 2017 sólo 57 por ciento de ellos tenía acceso a Internet. A continuación te mostramos cuántas conexiones hay en el mundo y para qué se usa Internet. **M**

Las regiones donde hay más conexiones a Internet son:



- 1 Asia (49.8%)
- 2 Europa (16.3%)
- 3 África (11.9%)
- 4 América Latina y el Caribe (10.1%)
- 5 Norteamérica (7.4%)
- 6 Medio Oriente (3.9%)
- 7 Oceanía/Australia (0.6%)

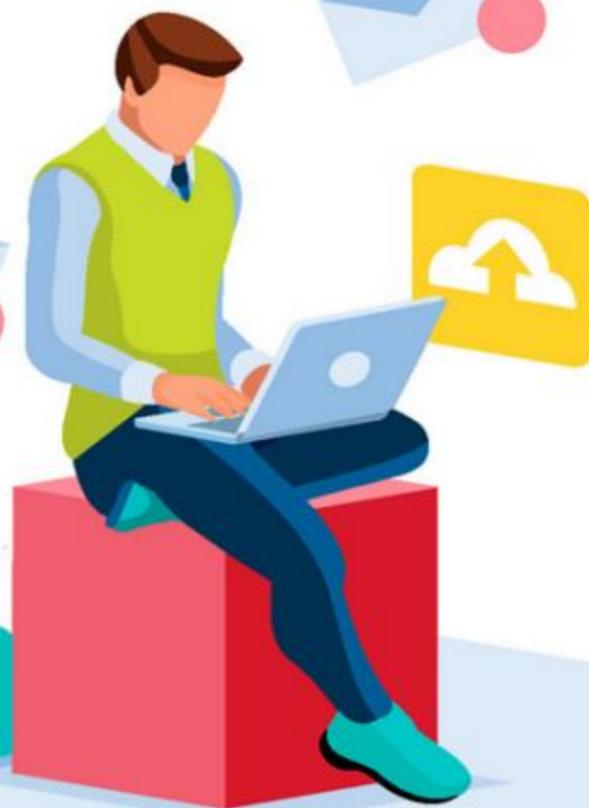
> Conexiones de celular en el mundo:
8,842 millones. *

> Usuarios de servicios móviles:
5,112 millones. *

> En redes sociales, los usuarios activos llegan a **3,484 millones.**

> En México hay **74.3 millones de usuarios y 18.3 millones de hogares** con conexión a Internet.

> Las principales actividades de los internautas mexicanos son: entretenimiento (**90.5%**), comunicación (**90.3%**) y obtención de información (**86.9%**).



¿Para qué usamos Internet?

- > Ver videos en línea **92%**
- > Stream TV vía internet **58%**
- > Videojuegos en línea **30%**
- > Ver videos en vivo o jugar **23%**
- > Ver torneos deportivos **16%**

*La cifra de conexiones móviles es mayor debido a los usuarios que tienen más de un dispositivo.

MUNDIAL

Internautas en el mundo: **4,422 millones**

El mayor tráfico de datos móviles viene de:

> Asia-Pacífico
19.43 mil millones de gigabytes

> Europa 4.87 mil millones de gigabytes

> Norteamérica
3.57 mil millones de gigabytes

> Medio Oriente y África
2.56 mil millones de gigabytes

> Latinoamérica
2.09 mil millones de gigabytes

Emojis más usados en Twitter a nivel mundial:



Primer lugar



Segundo lugar



Tercer lugar

¿Qué se compra más en Internet?

La cifra anual (2017) está calculada en dólares.

- > Viajes 750,700 millones
- > Ropa y belleza 524,900 millones
- > Electrónicos 392,600 millones
- > Juguetes y pasatiempos 386,200 millones
- > Muebles 272,500 millones
- > Comida y cuidado personal 209,500 millones
- > Videojuegos 70,560 millones
- > Música 12,050 millones



PALEONTOLOGÍA

Cocodrilos veganos

Si piensas que todos los cocodrilos son carnívoros... te equivocas, pues hace millones de años existieron algunos vegetarianos.

Tras analizar la forma de los dientes de cocodrilos vivos y extintos, investigadores de la Universidad de Utah (Estados Unidos) descubrieron que ciertas especies tenían dentaduras con estructuras complejas (piezas más planas y anchas, llenas de ondulaciones), en lugar de la estructura cónica y simple de los cocodrilos (familia Crocodylidae) de hoy en día.

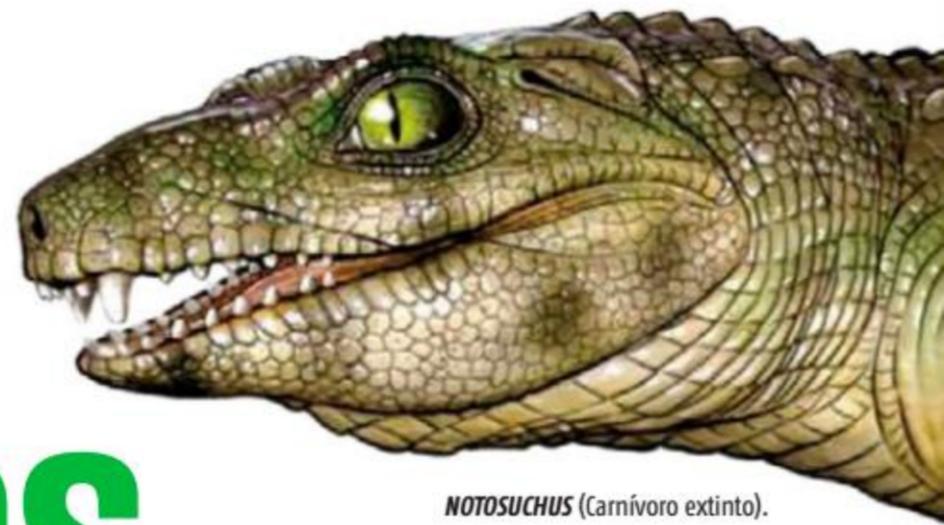
Sus resultados apuntan a que los ejemplares que se alimentaban de plantas aparecieron al inicio de la historia evolutiva del grupo y permanecieron hasta la extinción masiva del Cretácico, cuando desaparecieron los dinosaurios hace unos 65 millones de años. Los científicos creen que los "cocos" herbívoros vivieron en distintos continentes en al menos tres momentos diferentes, y que incluso convivieron con sus parientes carnívoros. Fuentes: Universidad de Utah; cell.com

SABÍAS QUE...

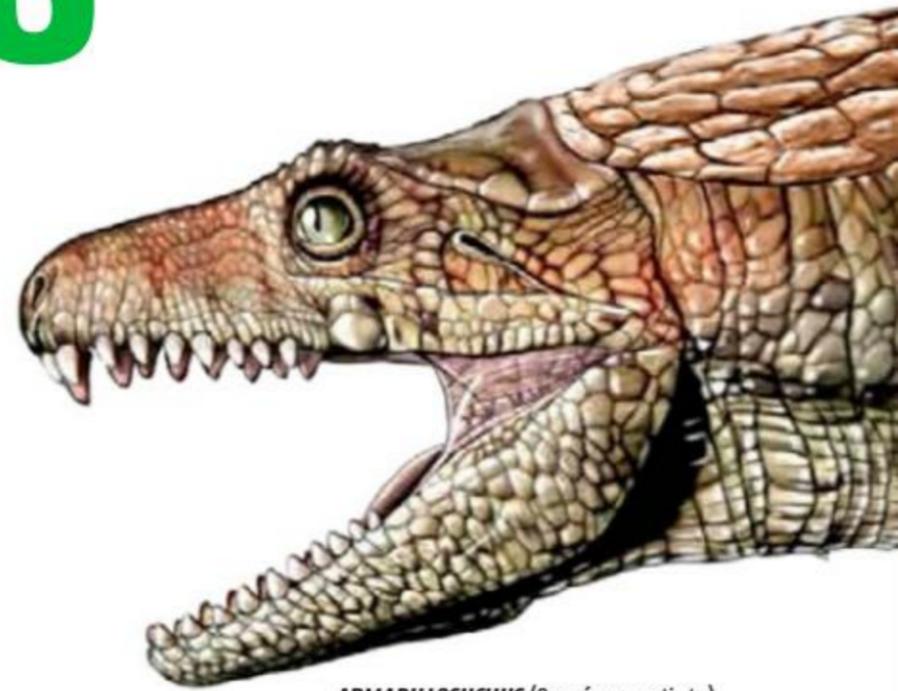
Hasta principios del siglo XX se usaba la palabra **COCODRIZ** para referirse a los especímenes hembra de cocodrilo.



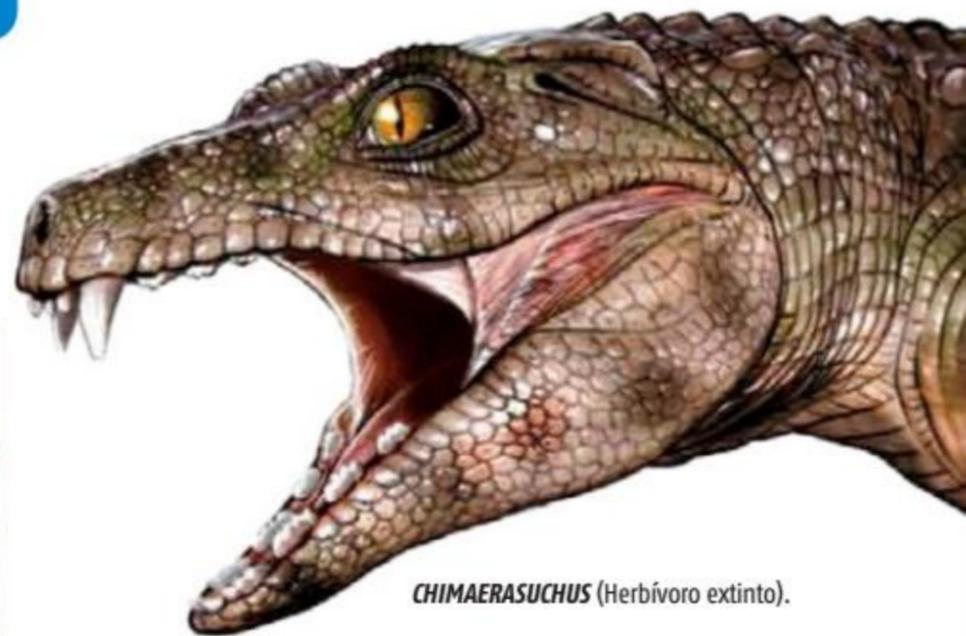
EN LA IMAGEN puedes ver la reconstrucción en 3D del diente de un ejemplar del género *Chimaerasuchus*, un herbívoro extinto.



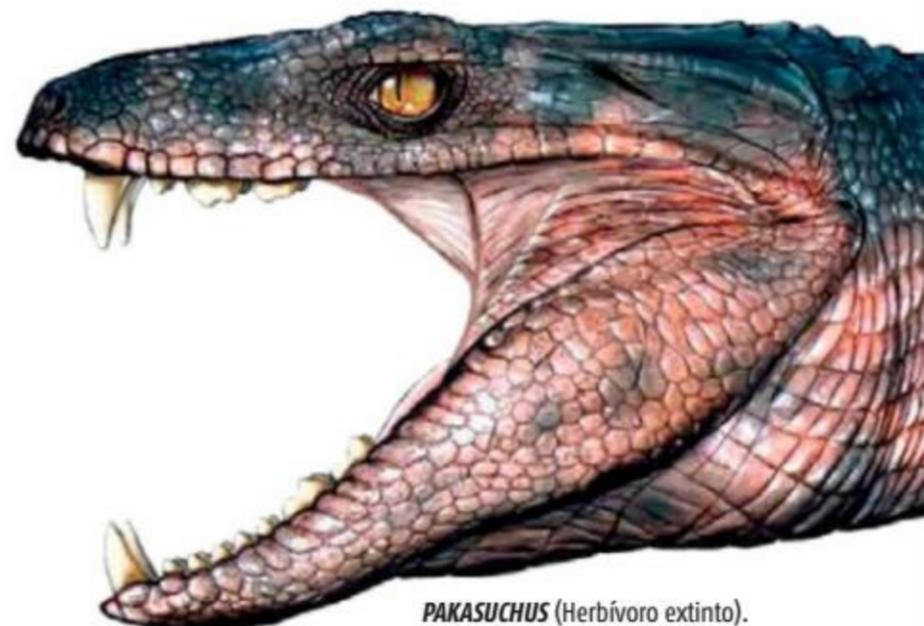
NOTOSUCHUS (Carnívoro extinto).



ARMADILLOSUCHUS (Omnívoro extinto).



CHIMAERASUCHUS (Herbívoro extinto).



PAKASUCHUS (Herbívoro extinto).

FOTOS: UTAH UNIVERSITY; JORGE GONZÁLEZ; KEEGAN MELSTROM

Disponible De Nuevo Por Primera Vez

Nuestra versión moderna del clásico desarrollado en 1928, Regresa hoy por el increíble y nostálgico precio de **¡SÓLO \$1,499!**

Usted esconde un secreto bajo su manga. Ajustado a su muñeca se encuentra esta verdadera obra maestra, compuesta por cientos de pequeñas partes móviles que miden el constante latido del universo. Usted ama este reloj. Y sonreirá cada vez que lo vea, porque recordará que estuvo a punto de no comprarlo. Que casi cambió de página sin pensarlo dos veces, creyendo que el *Reloj Cosmopolitan de THENOX*® por tan sólo \$1,499 era demasiado bueno para ser verdad. Pero ahora usted sabe que tan bien se siente estar equivocado.

Nuestro Precio Más Bajo de la Historia para un Reloj de Caballero con Diseño Clásico.

¿Cómo podemos ofrecer el *Reloj Cosmopolitan* por menos de \$1,500 pesos? La respuesta es simple. THENOX® ha vendido casi un millón de piezas durante la última década alrededor del mundo y la mayoría de nuestros clientes han comprado más de uno. Nuestra meta no es venderle a usted un solo reloj, nuestra meta es ayudarlo a enamorarse con toda la línea de joyería y relojes de lujo THENOX® inspiradas en diseños históricos. Y cada relación importante tiene que iniciar de algún modo...

Indica la hora de hoy con el estilo del ayer.

El *Cosmopolitan* es exactamente la clase de accesorio elegante y necesario que pertenece a la colección de todo caballero junto a sus mancuernillas británicas y corbatas italianas. Inspirado en un raro clásico suizo de 1928 hallado en una subasta en Berlín, el *Reloj Cosmopolitan de THENOX*® revive un diseño vintage distintivo y caballeroso para el hombre del siglo XXI con gusto excepcional.

75% DE DESCUENTO ¡AL INSTANTE!

Si usted utiliza el CÓDIGO PROMOCIONAL ADJUNTO

El *Cosmopolitan de THENOX*® conserva todas las características distintivas de un reloj purasangre, incluyendo una carcasa terminada en oro, cara guilloché color marfil con diseño antiguo, manecillas azules estilo Breguet y una ventana de fácil lectura en la posición de las 6 en punto, además de una corona con una piedra incrustada color zafiro azul. Se asegura con una correa de piel genuina tallada en un atractivo diseño de cocodrilo y es resistente al agua hasta a 3 ATM.

Su satisfacción está 100% garantizada.

Estamos tan seguros que usted quedará impresionado por el magnífico *Reloj Cosmopolitan de THENOX*® que le ofrecemos una garantía de reembolso por 60 días. Si usted no queda impresionado después de usarlo durante algunas semanas, regréselo para un reembolso completo de su precio de compra. Pero una vez que los primeros elogios se dirijan hacia usted, ¡Estamos seguros que usted verá el valor del tiempo bien aprovechado!

ADQUIÉRALO HOY MISMO POR TAN SÓLO \$1,499



THENOX

R1107
Correa color café

EN EXCLUSIVA
¡OFERTA GRATUITA!

Reciba los lentes Aviator con valor de \$899 **GRATIS** en su compra del *Reloj Cosmopolitan*



R1108
Correa color negro

UNA EXCLUSIVA MÁS DE THENOX

Reloj Cosmopolitan de THENOX® — ~~\$6,069~~
Precio con Código Promocional a Sólo **\$1,499 AHORRE \$4,570**

Utilizando el código promocional adjunto para correa café
CÓDIGO PROMOCIONAL: R1107
Mencione ESTE CÓDIGO para recibir su descuento

Utilizando el código promocional adjunto para correa negra
CÓDIGO PROMOCIONAL: R1108
Mencione ESTE CÓDIGO para recibir su descuento

ADEMÁS Sus Lentes De Sol GRATIS ¡Llame Ahora!

TEL: (55) 7100-0657

WWW.THENOX.COM.MX

Envío a Domicilio * Más gastos de envío - Aceptamos tarjeta de débito y crédito
HORARIO DE ATENCIÓN DE LUNES A SÁBADO DE 8:00 AM A 9:00 PM



Lujo Irresistible - Precios Accesibles

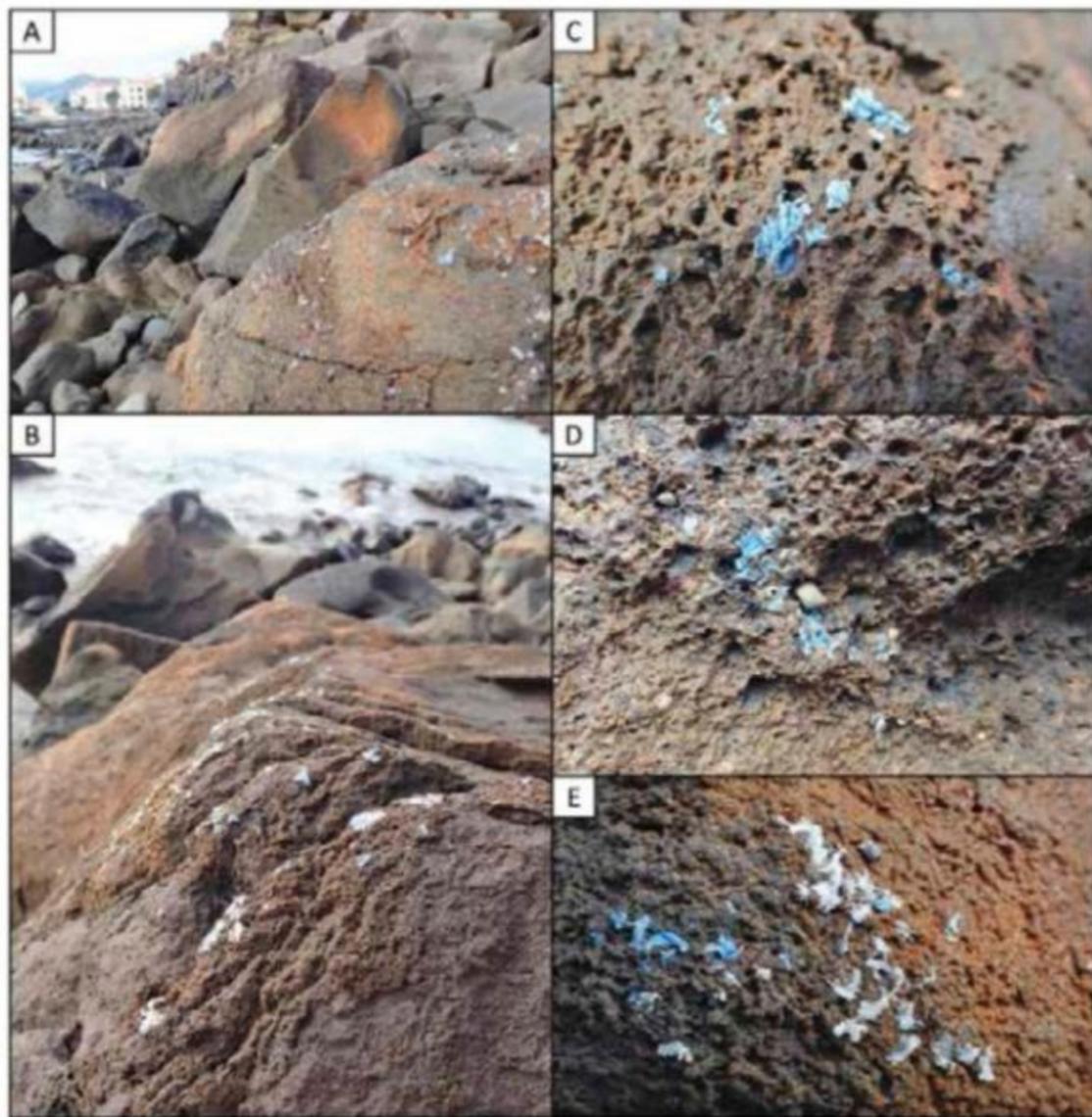


GEOLOGÍA

Playa plástica

Desde 2016 unas peculiares manchas azules invaden las rocas de la isla portuguesa de Madeira. No son un nuevo tipo de hongo o algún otro microorganismo: es plástico. Ese año, el ecologista Ignacio Gestoso notó cómo la costra azul que puedes ver en las imágenes se adhería a las piedras costeras. Intrigado, analizó su composición y comprobó que era polietileno (PE), uno de los plásticos más empleados en la actualidad.

El investigador del Centro de Ciencias del Mar y Medio Ambiente (MARE, por sus siglas en inglés) cree que la capa plástica, a la cual llama "plasticrusts" (en alusión a *costra* en inglés), pudo originarse por el movimiento de las olas que hacen chocar el plástico disperso en el mar contra las rocas, logrando que éste quede impregnado como una capa. Lo preocupante, dice, es que la lama podría reemplazar gradualmente el manto natural que envuelve las rocas marinas y que sirve de alimento para caracoles y otros animales. Aunque la teoría de Gestoso sobre cómo se originó este problema ambiental no está confirmada, es un hecho que desde entonces el plasticrust va en aumento: este año abarcó cerca de 10% de la superficie rocosa en la isla. Fuentes: mare-centre.pt; sciencedirect.com



TECNOLOGÍA

Vuela,
vuela

Las aves enseñarán a volar a los drones. La facilidad con que este pájaro del género *Agapornis* navega en condiciones de poca luz y con grandes ráfagas de viento es un modelo a seguir para los ingenieros mecánicos de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, quienes buscan replicar los movimientos del ave en robots aéreos autónomos.

Los científicos recurrieron a un grupo de estos pájaros para hacer distintas pruebas en un túnel de viento cruzado y entender cómo se orientan al volar a través de condiciones extremas. Descubrieron que lo consiguen girando su cuerpo



en la misma dirección que el viento y moviendo su cabeza hasta en ángulos de 30 grados para fijar su mirada en la meta. Antes se creía que necesitaban un horizonte visual para maniobrar, pero con solamente ver un pequeño punto de luz y ponérselo como objetivo, pueden lograrlo.

Los investigadores esperan crear modelos simulados de computadora que les sirvan para desarrollar algoritmos de control visual para volar drones.

Fuentes: phys.org; pnas.org

TE LO MERECEES.



Platino[®]
CINEMEX



BUTACAS SÚPER **CÓMODAS** • SERVICIO **INIGUALABLE** • MENÚ **GOURMET**



Cinemex[®]

la magia del cine.



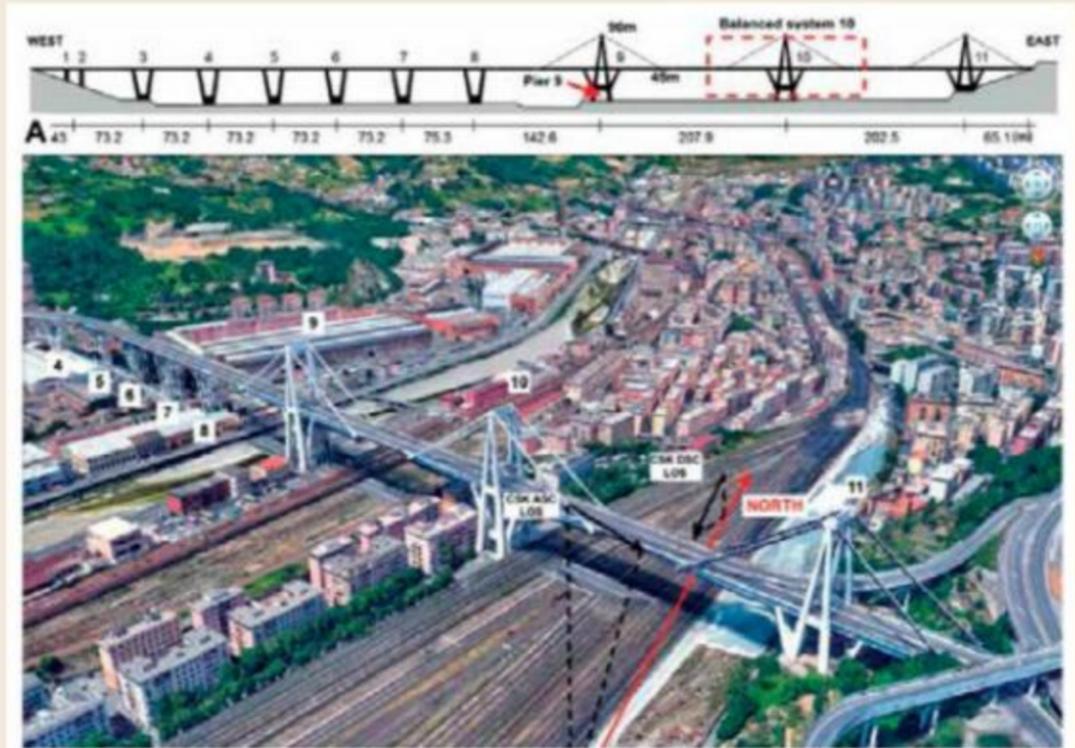
INGENIERÍA

Salvar los puentes

Un equipo de investigadores de la Universidad de Bath (Reino Unido) y del Laboratorio de Propulsión a Reacción de la NASA desarrolló un sistema de alerta temprana que detecta si un puente está a punto de colapsar.

Éste funciona con información de una nueva generación de satélites que muestra distintos ángulos del puente, y al ingresarla en un novedoso algoritmo crea una imagen en 3D (como la que ilustra este texto) que ayuda a descubrir pequeños movimientos en la estructura que vaticinen la inminente caída.

Para probar su creación analizaron imágenes de los últimos 15 años del Puente Morandi en Génova, Italia, que colapsó en 2018 y provocó la muerte de 43 personas. Con ello, los científicos descubrieron que en los meses previos a la catástrofe el puente había mostrado signos de deformación, que si se hubieran descubierto a tiempo podrían haber evitado la tragedia. Este sistema resulta innovador porque los métodos actuales sólo detectan cambios en la zona donde se colocan sensores, pero éste permite monitorear la estructura completa casi en tiempo real. Fuentes: Universidad de Bath; mdpi.com



Especie del mes

Avispa parasitoide

Clistopyga crassicaudata



Lo que hace especial a *Clistopyga crassicaudata*, la avispa que ves en la imagen, es el tamaño de su enorme aguijón rojo. Esta peculiar y terrorífica especie fue descrita recientemente por científicos de la Universidad de Turku en Finlandia, junto con otras seis avispas que habitan en el Amazonas, entre la cordillera de los Andes y la parte occidental de esta selva tropical.

El aguijón de *C. crassicaudata* sobresale del de otras avispas por su longitud. También es muy ancho en comparación con el tamaño de su cuerpo. Su función es introducir veneno en las arañas e inyectar sus huevos en ellas; una vez que éstos eclosionan, las crías se comen a la víctima desde dentro. Fuentes: Universidad de Turku; mapress.com



FOTOS: YOUNG INDIA FACE; KARI KAUNISTO; L.A. CICERO/STANFORD NEWS SERVICE

¡HAGAMOS COMBO!

INTERNET

blue TELECOMM
INALÁMBRICO



EL INTERNET
SIMPLE

CONTRATA ENCHUFA CONÉCTATE



TELEVISIÓN

skyHD o **VeTV**

HASTA 160 CANALES DE TV Y EVENTOS EXCLUSIVOS

DESDE
\$369 ⁽¹⁾
AL MES

Mario Bautista
MARIO BAUTISTA

55 4040 0202

bluetelecomm.mx

SUJETO A DISPONIBILIDAD TÉCNICA



MICROBIOLOGÍA

Un mundo por ver

Se ha descubierto que toda una variedad de bacterias y microorganismos vive cómodamente en la superficie de nuestros ojos. Y, como varios de los otros microbiomas que en los últimos años se ha descubierto que residen en nuestro cuerpo, éste también desempeña un importante papel para el buen funcionamiento del ojo.

Anthony St. Leger, profesor asistente de oftalmología e inmunología de la Universidad de Pittsburgh, en Estados Unidos, ha investigado este micromundo y descubrió el papel protector que una bacteria, *Corynebacterium mastitidis*, juega. Cuando *C. mastitidis* —que coloniza por igual el ojo de ratones y humanos— detecta ciertos patógenos, como *Pseudomonas aeruginosa*, que provoca conjuntivitis, desata una respuesta inmune: genera una proteína (interleucina 17) que activa la liberación de antimicrobianos en las lágrimas que se encargan de "barrer" con aquellos bichos nocivos.

Dado que la superficie del ojo está continuamente expuesta a bacterias, hongos y virus, este microbioma protector podría ser esencial para mantenerlo sano. Puede, incluso, que su alteración esté relacionada con algunas enfermedades como la conjuntivitis, el ojo seco e incluso la ceguera. Por ello, Leger y sus colegas intentan ahora descubrir qué papel desempeñan todas las bacterias que habitan el ojo, el cual, cabe decir, no es tan vasto como el que habita en el estómago. Esperan que esta biblioteca de microbios sirva para diseñar terapias de cultivo y reemplazo de bacterias para acabar con estas afecciones.

Fuente: cell.com



SABÍAS QUE...

Son cuatro los géneros de bacterias descubiertos que colonizan las "ventanas del alma" de la mayoría de las personas: *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Propionibacterium* y *Streptococcus*.

Aliados secretos

Antes se pensaba que era imposible que el ojo albergara microbioma alguno pues las lágrimas, que contienen péptidos antimicrobianos, inmunoglobulina y otras sustancias, se deshacían de todo tipo de bacterias y hongos. Parece ser todo lo contrario: la microbiota ocular podría estar colaborando para mantener al ojo libre de infecciones.

Suscríbete

Desde

\$219



Llama al

800 222 2000

Disponible en toda la República Mexicana. Al suscribirte podrás recibir beneficios y promociones exclusivas. Consulta nuestro aviso de privacidad en <http://bases.editorialtelevi-sa.com.mx/editorial-televi-sa#aviso>. Dudas y aclaraciones al 800 REVISTA (738 4782). Precio sujeto a cambio sin previo aviso. Promoción por tiempo limitado.

Virus digital



Por Ángela Posada-Swofford
angela@angelaposadaswofford.com

Estamos ahogados en noticias falsas de todo tipo, pero yo me fijo en las de ciencia porque son las más atroces. Eso de la pseudociencia es como la espuma de una cerveza que no acaba de derramarse nunca. Desde los anuncios de champú que prometen que los "aminoácidos" harán que nuestro cabello brille hasta las joyas con "imanes" contra la artritis y las dietas de moda, caemos redondos ante todas esas falsas esperanzas. Lo que necesitamos es una hoja de ruta para no tragar tales bulos. Y no hablo nada más de los productos que nos tratan de vender, sino también ante las noticias que leemos a diario.

Pero los datos falsos no serían un problema si la gente no los compartiera hasta viralizarlos. A menos que comprendamos la psicología del consumo de noticias en línea, no podremos encontrar una cura para esta especie de "virus digital". Últimamente he estado dictando muchas conferencias de periodismo científico que tocan este tema y hallé un interesante análisis del profesor Shyam Sundar, de la Universidad Estatal de Pensilvania (Estados Unidos).

Sundar dice que la razón para que aceptemos como ciertas las noticias falsas es nuestra relativa falta de atención a la credibilidad de la fuente. "He estado estudiando la psicología del consumo de información en línea durante más de dos décadas, y un hallazgo sorprendente en varios experimentos es que a los lectores de noticias en Internet no parece importarles de verdad

de dónde salen las fuentes de los periodistas", escribe en un blog de su universidad. O sea, que tenemos una actitud de "te creo porque me da pereza averiguar de dónde salió ésta o aquella referencia".

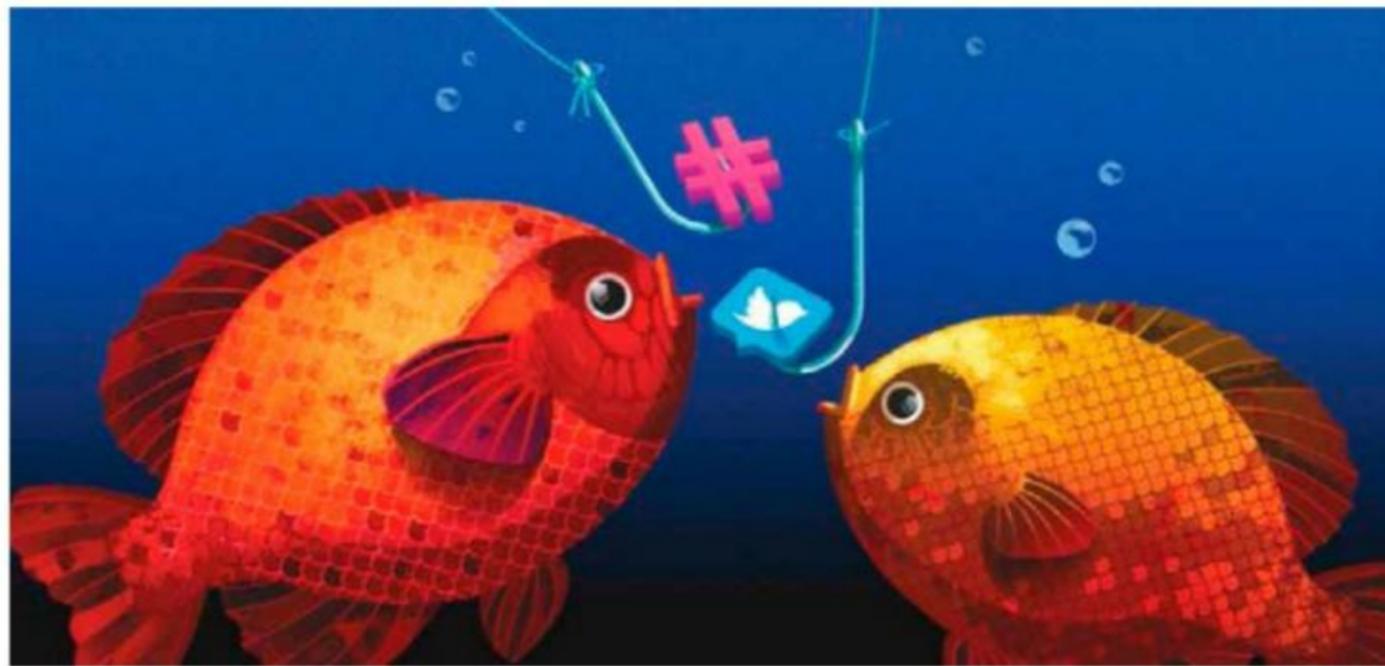
Es cierto que, desde los primeros días de Internet, las noticias falsas han circulado por esta vía. En la década de 1980 había comunidades de discusión *online* donde se compartirían engaños creados por amantes de las teorías de conspiración. Por ejemplo, hace 23 años, Pierre Salinger, exsecretario de prensa del presidente Kennedy, apareció en televisión para afirmar que el vuelo 800 de Trans World Airlines fue derribado por un misil de la Marina de los Estados Unidos basándose únicamente en un documento que le habían enviado por correo electrónico (en realidad fue causado por un problema mecánico). Pero estos errores eran raros debido a la presencia de periodistas que actuaban como guardianes de la televisión y los periódicos. Cuando sucedían, se retractaron con rapidez si los hechos no se verificaban.

profesionales (los guardianes originales) se ha visto afectada. Una razón podría ser la cantidad de fuentes detrás de cualquier nota. Imagínese revisar su muro de noticias de Facebook y ver algo que su amigo ha compartido: el *tweet* de un político sobre la historia de un diario. Aquí, en realidad, hay una cadena de cinco fuentes (periódico, político, Twitter, amigo y Facebook). Todos ellos desempeñaron un papel en la transmisión del mensaje, ocultando la identidad de la fuente original. Este tipo de "capas de fuente" es una característica común de nuestra experiencia de noticias en línea.

¿Cuál es más probable que resuene con los lectores como la "fuente principal"?

Sundar descubrió que los lectores por lo general prestarán atención a la cadena de fuentes sólo si el tema de la historia es en realidad importante para ellos. De lo contrario, se verán influidos por el vehículo que les entregó la historia directamente. Entonces hay quien piensa que Facebook o el proveedor de internet es la "fuente" de sus noticias.

Pero al leer notas en medios electrónicos,



En cambio hoy, en la era de las redes sociales, recibimos noticias no sólo por *mail*, sino también en una variedad de otras plataformas en línea. Los guardianes tradicionales han sido echados a un lado; los políticos y las celebridades tienen acceso directo a millones de seguidores. Si caen en las noticias falsas, cualquier engaño puede volverse viral, propagándose a través de plataformas como Facebook a millones de personas sin una verificación de los hechos.

Según Sundar, cuando se trata de información noticiosa en Internet, parece que la reputación de las agencias de noticias

la fuente más cercana es a menudo uno de nuestros amigos, y como uno tiende a confiar en ellos, suele bajar la guardia aún más cuando se encuentra con información en nuestro espacio personal. Puesto que la mayoría de nuestros destinos en línea, ya sean sitios de portal (como Yahoo News o Google News), sitios de redes sociales, sitios minoristas o motores de búsqueda, tienen herramientas que nos permiten personalizarlos y adaptarlos a nuestros propios intereses, nos envolvemos más en una telaraña pegajosa de falsedades. Y ahora, ¿quién podrá defendernos? **M**



Y FORMA
PARTE DE
NUESTRA
COMUNIDAD



⌋	•	A	⌋	•	H	⌋	•	N	⌋	•	U
⌋	•	B	⌋	•	i	⌋	•	O	⌋	•	V
⌋	•	C	⌋	•	J	⌋	•	P	⌋	•	W
⌋	•	D	⌋	•	K	⌋	•	Q	⌋	•	X
⌋	•	E	⌋	•	L	⌋	•	R	⌋	•	Y
⌋	•	F	⌋	•	M	⌋	•	S	⌋	•	Z
⌋	•	G	⌋	•	N	⌋	•	T			

muy
INTERESANTE
JUNIOR



SALA DE EXPOSICIÓN

Por Luis Felipe Brice



El espejo es testigo

Retrato de los Arnolfini (1434)

Jan van Eyck (ca. 1390-1441)

Óleo sobre tabla (82 x 60 cm)

Galería Nacional de Londres, Reino Unido

Es cierto que no se conocen bien a bien los datos del nacimiento, infancia y formación artística del pintor Jan van Eyck. Lo que sí se sabe con mayor certeza es que gran parte de su obra la realizó en Brujas, capital de Flandes (hoy Bélgica), a partir de 1425. Entonces la llamada "Venecia del Norte" era una de las ciudades más prósperas de Europa, con una aristocracia y una burguesía boyantes gracias a la intensa actividad comercial. Van Eyck formaba



JAN VAN EYCK.

parte de esa bonanza debido a que estaba al servicio de Felipe III, el Bueno, duque de Borgoña. Como también lo estaba el mercader de origen italiano Giovanni Arnolfini. Este último, tal cual era la costumbre de la época entre los más acaudalados, le encargó al artista realizar un retrato de él y su mujer, Giovanna Cenami.

Como precursor de la denominada escuela flamenca de pintura, Van Eyck era un maestro del retrato, minucioso y naturalista en la representación de escenas, objetos y personas que ya no eran necesariamente santos o reyes, como predominaba en el arte medieval. Es así como en el *Retrato de los Arnolfini*, el pintor plasmó al joven comerciante y su cónyuge en la intimidad de su alcoba rodeados de las cosas que simbolizaban –con



AL OTRO LADO. Detalle del espejo convexo en la pintura *Retrato de los Arnolfini*. Las figuras reflejadas podrían ser Van Eyck y un sacerdote.

carácter alegórico– su enlace matrimonial, su deseo de procrear, su opulento estilo de vida y sus creencias religiosas.

Entre los objetos representados en el cuadro ocupa un lugar central y muy

destacado el espejo convexo donde se refleja la escena (vista desde atrás), con la presencia de dos personajes adicionales, testigos del solemne momento. Se presume que uno de ellos es un sacerdote y el otro es el propio Van Eyck, autorretratado. Esta suposición parece corroborarla la firma del autor consignada –inusualmente y a manera de grafiti– en la pared del fondo, justo arriba del espejo: "Jan van Eyck estuvo aquí, 1434". De esta manera el óleo ha sido visto como el documento, en cierto modo signado, que da fe de la unión entre Giovanni y Giovanna hace casi 600 años. **M**

Sabías que...

El artista español Diego Velázquez se inspiró en el recurso pictórico del espejo, utilizado por Jan van Eyck en *Retrato de los Arnolfini*, para la realización de su famoso cuadro *Las meninas* (1656).



El universo de la cocina ha alcanzado niveles de sofisticación importantes debido a la diversificación de las salsas, que no sólo aderezan y realzan los platillos, sino que en ocasiones también los personifican.

Por Ana Sofía Ramírez Heatley

Son mezclas de diferentes consistencias, líquidas o más espesas, elaboradas con una variedad de ingredientes para condimentar e incluso proveer de humedad, textura y color a los alimentos. La palabra se originó del latín *salsus*, que significa "salado". Entre las primeras que se inventaron se encuentra el garo o *garum* romano, de origen griego, combinación de vísceras de pescado fermentadas que sólo consumían las altas clases sociales. Se utilizaba como un aderezo semejante a la salsa de soya, pues bastaban unas cuantas gotas para que se condimentaran y salaran los alimentos.

Espesante

A la salsa básica de la cual derivan muchas otras (por lo menos cuatro de las cinco clásicas de la cocina francesa) se le denomina *roux*; se trata de una pasta tersa que se prepara con harina y mantequilla u otro tipo de grasa, a partes iguales. La invención de la técnica para su elaboración se ubica en la corte del rey Luis XIV en Francia, en el siglo XVII. Una vez cocinado el *roux*, para eliminar el sabor a harina cruda se añade algún tipo de líquido, de manera que éste pueda actuar como un espesante. Si a la base se le agrega leche, el resultado final es la famosa salsa bechamel, que por lo general se usa para cubrir la lasaña.

Condimento de sushi

La reina de las salsas orientales es, sin duda, este oscuro elixir de origen chino cuyo uso ha sido ampliamente difundido en Japón y el resto de Asia. Fue desarrollada primero como una preparación llamada *jiang* para preservar carnes y pescados y

Las Salsas



retardar la putrefacción de los alimentos; de ella surgió poco a poco la salsa que hoy en día conocemos como soya, con sólo cuatro ingredientes básicos: agua, soya, trigo y sal. Para su preparación, la presencia de la levadura *Aspergillus* es esencial, ya que se encarga del proceso de fermentación que le brinda su sabor característico.

Salsa de puerto

Otro tipo de salsas son las que espesan mediante el empleo de yemas de huevo en vez de almidones; así es como se consiguen la mayonesa y la salsa holandesa. La primera es una mezcla de aceite vegetal y yemas crudas que ha adquirido popularidad, sobre

sas



Colorida y picante

Para preparar una de las salsas más picantes y condimentadas del planeta se necesita un solo ingrediente básico: el chile. Si a éste se le añaden además otros elementos, como tomate verde o jitomate, cilantro, cebolla, ajo y sal, tendremos como resultado una salsa mexicana, esencial como acidulante y condimento de muchos de los platillos de nuestra cocina tradicional. No hay un buen antojito o un buen taco si no se encuentra acompañado de una salsa capaz de acentuar el sabor de la proteína, aminorar la proporción de lípidos, agregar un toque ácido y, sobre todo, complementar su sabor. El color brillante y llamativo proviene de los chiles, los frutos y el cilantro empleados en su elaboración, mientras que el toque picante se debe a un compuesto químico llamado *capsaicina*, presente en los chiles, que produce una sensación de ardor en la lengua de los mamíferos.



Aderezo final

Estos compañeros inseparables de los platillos son tan importantes que han quedado incluso grabados en el lenguaje popular con refranes como: "No prepares la salsa hasta que tengas el pescado", lo que significa que no hay que adelantarse a los acontecimientos, porque si no los platillos, igual que las decisiones o acciones, no quedan en su punto ni resultan como quisiéramos.



todo en la elaboración de platillos fríos. Se le llama también salsa mahonesa, por provenir de Puerto de Mahón, en la isla Menorca (España). Cuenta la historia que la isla fue ocupada por los franceses en 1756, después de haber pertenecido a los británicos y antes a los españoles. Tras la conquista, el duque de Richelieu conoció esta salsa elaborada por los nativos; le gustó tanto que decidió introducirla en Francia con el nombre de *sauce mahonnaise* o salsa de Mahón, en honor a su origen.

Siempre al alcance

La catsup es un acompañante esencial de la comida rápida, como hamburguesas y

papas fritas, preferida de manera recurrente por los comensales estadounidenses y británicos, aunque en la actualidad su consumo se ha difundido por todo el mundo. Es una preparación elaborada con puré de jitomate dulce, cebolla y pimientos verdes, y aderezada con vinagre y especias. Varias fuentes ubican el origen de la palabra *catsup* o *ketchup* en el chino *ke-tsiap*, que se refiere a un tipo de salmuera de pescado.

Favorita del asado

Aunque a ciencia cierta se desconoce el origen de la palabra con que se nombra el chimichurri, esta salsa o aderezo resulta ser un acompañante imprescindible del asado

argentino. Se ha dicho que es posible que derive de la castellanización del nombre de un inmigrante irlandés, James McCurry o Jimmy Curry, según su diminutivo, para quien se preparó por primera vez una salsa con la intención de satisfacer su deseo de acompañar la carne con Worcestershire, mejor conocida como salsa inglesa. Dado que ésta era imposible de conseguir en Sudamérica, se recurrió a una preparación bien condimentada empleando hierbas como orégano y perejil, además de ajo, ají, vinagre, aceite y sal. Tal fue el éxito alcanzado por esta nueva y deliciosa preparación que se continúa usando para marinar y acompañar carnes. **M**



Paraíso en la Tierra: Celestún

Este refugio protegido para la fauna desde 1979 y nombrado Reserva de la Biosfera en 2004, sostiene un delicado ecosistema de aves migratorias, mamíferos y reptiles único en el mundo. Por Ira Franco

Ver una bandada de flamencos rosas volando es un espectáculo memorable. La mayor parte del tiempo se mantienen afincados en una zona poco profunda del estero, como un ejército de varitas o plumeros exóticos danzando al ritmo de un gran reloj: tic, toc, levantan sus largas patas; tic toc, zambullen el ganchudo pico; tic toc, tragan los pequeños crustáceos que les sirven de alimento. Pero a veces, con suerte, levantan el vuelo y detienen la respiración del visitante. La gran envergadura de sus alas de punta negra y sus patas larguísimas los hacen francamente irreales, como una flecha rosa-anaranjada que corta el horizonte.

Estamos en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, a poco menos de 100 kilómetros de la ciudad de Mérida, adonde

hemos llegado luego de un viaje en camión de dos horas que suele detenerse en los pequeños pueblos para recoger y bajar personas, como las corridas de camión de pasajeros antiguas. Algunos turistas prefieren llegar un poco más rápido en auto (es un viaje de menos de una hora) pero en cualquier caso vale la pena ir con calma y detenerse para admirar las últimas casas tradicionales mayas que aún quedan en sitios como Hunucmá o Kinchil. Al llegar al pequeño pueblo pesquero de Celestún, lo más normal es que nos ofrezcan el recorrido completo al estero, pues buena parte de su población (de casi 10 mil habitantes) se dedica a atender al turista. Se sugiere escoger bien la lancha que contrataremos, pues los precios varían enormemente y también la experiencia. Una buena opción es

caminar a la playa y subir a un bote techado que nos llevará en una vuelta de cerca de hora y media a visitar, primero, un manantial escondido entre los manglares, donde además tendremos tiempo para nadar. Las opciones son visitar el manantial Baldiosera o el Cambay, un ojo de agua. Estas fuentes de agua son, de hecho, cenotes al aire libre, por lo que el agua es fresca y se pinta del color del manglar: blanco, negro o rojo (se dice que aquí pueden encontrarse cuatro de las 10 variedades de manglar que existen en el continente). Los depredadores no suelen acercarse a los manglares cuando escuchan el ruido de la lancha, lo cual resulta siempre un alivio porque muchos visitantes suelen practicar buceo aquí.

Con suerte, en esta parte del recorrido también podremos avistar alguna de las 234 especies de mamíferos (muchas de ellas en peligro de extinción) que recorren la reserva, como ocelotes, tigrillos o incluso jaguares; o bien, encontraremos quizás a un mono araña colgando de las lianas del manglar, mirándonos con cierto desprecio.



Quedarse en Celestún

Para dar paseos en bicicleta y probar toda la gama gastronómica de esta parte de Yucatán conviene quedarse al menos un par de noches en Celestún, ya sea en alguno de los hoteles del pueblo como el San Julio o el Castillito Kin-Nah o en una opción más íntima (aunque bastante más costosa) con el Hotel Xixim, que se encuentra a media hora del pueblo, por un camino de terracería que se adentra en la selva. Este último es famoso por ser completamente ecológico y sustentable, donde la flora y la fauna no son sólo un adorno sino parte del contexto. Los monos araña se cuelgan libres por las ramas de los árboles, y se pueden ver mapaches, iguanas, basiliscos y aves que sobrevuelan las más de 500 hectáreas propiedad del hotel.

Belleza rosada

Más tarde el guía nos dirige al estuario donde no habrá descanso para los ojos: y si el avistamiento de casi 304 especies de aves –como cormoranes, halcones, fragatas, zopilotes, águilas pescadoras, martin pescador, entre otras– provenientes de todas partes del continente americano, desde Canadá hasta la Patagonia, no es suficiente, tal vez lo sea saber que estamos en un feliz accidente geográfico: una ría (también llamada estero) es en realidad un valle inundado por el mar que confluye con masas de agua dulce, por lo que se considera muy rico en nutrientes debido a la mezcla de agua salada y agua fresca proveniente del manto freático. Este estero en particular comunica al mar a través de una boca situada al sur de la laguna.

Sin duda son las aves, en específico los flamencos, los protagonistas de la ría Celestún, la gran visión que todos esperan, pues es el

lugar perfecto para verlos hacer sus danzas de apareamiento: llegan aquí durante el otoño y el invierno en busca de pareja, y se cree que para la primavera y el verano viajan a Río Lagartos, en Yucatán, donde anidan. Se sabe que estas aves construyen montículos de lodo para poner su único huevo al año y son, como los pingüinos, monógamos. Las leyendas mayas los tenían por criaturas que alimentaban con su sangre a sus polluelos,



aunque luego se descubrió que se trata de un líquido (que en el caso de los flamencos es de un rosa intenso, igual que sus plumas) que sale por sus picos, una especie de "leche" llena de grasa y nutrientes que pocas aves son capaces de producir; entre ellas, curiosamente, las palomas comunes y, otra vez, los pingüinos.

Reino de pájaros

Muchas otras aves como los espectaculares pelícanos, gaviotas o garzas vienen aquí a descansar, pero sobre todo a comer, pues por sus características únicas, se trata de un sitio de notable riqueza alimentaria: aquí hay comida para todos en cualquier época del año y las aguas bajas permiten la pesca de la artemia salina, un pequeñísimo crustáceo en parte responsable del color del majestuoso "meco" (como les dicen los mayas a los flamencos) lleno de carotenos. Una vez que hemos terminado de observar toda esa fauna, muchas excursiones pueden llevarnos al famoso "bosque petrificado": un antiquísimo punto lleno de árboles que alguna vez estuvieron vivos pero que hoy se yerguen ya sólo como fantasmas con sus troncos muertos y quemados por la sal del mar que lo anegó. Este mismo recorrido también puede hacerse de noche, cuando muchos mamíferos predadores salen a cazar, aunque esto se aconseja hacerlo de la mano de un guía experto y mucha paciencia para no ahuyentar a los animales.

Es natural que los visitantes tomen muchísimas fotografías y vuelvan eufóricos del viaje (que algunos miembros de la cooperativa también ofrecen hacer por tierra), pero no se recomienda hacer demasiado ruido y definitivamente es indispensable cerciorarse de no tratar de alimentar a los animales o dejar basura. La ría de Celestún es un ecosistema aún abundante –el número de especies de aves equivale a una cuarta parte del total que existe en el país– donde es a veces fácil olvidar que forma parte de una ecología global precaria. **M**

Cambio climático



No podemos solucionar una crisis sin tratarla como tal. Necesitamos mantener los combustibles fósiles en el suelo y focalizarnos en la equidad. Y si las soluciones dentro del sistema son tan imposibles de encontrar, deberíamos cambiar el propio sistema.

Greta Thunberg (nacida en 2003), estudiante y activista sueca



Si los negacionistas quieren demostrar que el calentamiento actual forma parte de algún ciclo natural, deberían probar primero cuál es ese mecanismo natural que lo provoca.

Manola Brunet (nacida en 1955), científica española



Nos estamos acercando al borde del abismo. No es demasiado tarde para cambiar de rumbo, pero cada día que pasa significa que el mundo se calienta un poco más y que se eleva el costo de nuestra falta de actuación.

António Guterres (nacido en 1949), político e ingeniero físico portugués



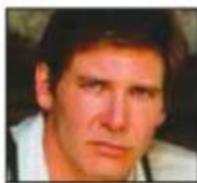
Cuando vemos el cambio climático no culpamos en automático a los humanos y cerramos el caso. Hemos examinado y comprobado rigurosamente otras razones por las que el clima podría estar cambiando: el Sol, los volcanes, los ciclos naturales, incluso algo que todavía no conocemos. ¿Podrían ser éstos los responsables? La respuesta corta es no.

Katharine Hayhoe (nacida en 1972), científica y meteoróloga estadounidense



Es probable que el cambio climático sea el suceso potencialmente más grave para la sociedad humana, tal como está configurada hoy.

Cayetano López (nacido en 1946), físico y columnista español



Todos sufriremos las consecuencias del cambio climático. Nos enfrentamos a la

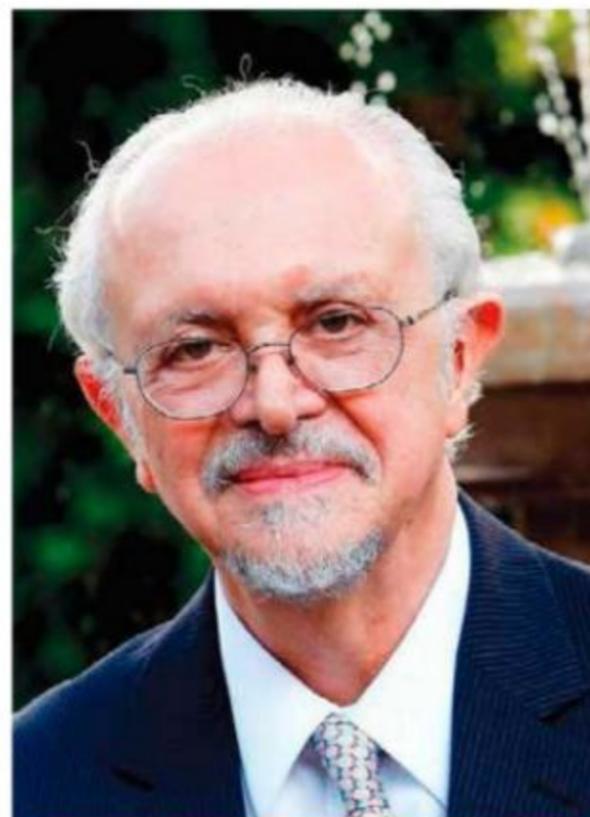
mayor crisis moral de nuestro tiempo: que quienes menos culpa tienen sufrirán las mayores consecuencias.

Harrison Ford (nacido en 1942), actor estadounidense



Muchos de nosotros practicamos una especie de negación del cambio climático. Nos fijamos por un instante y luego miramos hacia otro lado. O miramos, pero enseguida convertimos lo que vemos en un chiste: "¡Mira, más señales del Apocalipsis!".

Naomi Klein (nacida en 1970), periodista y activista canadiense

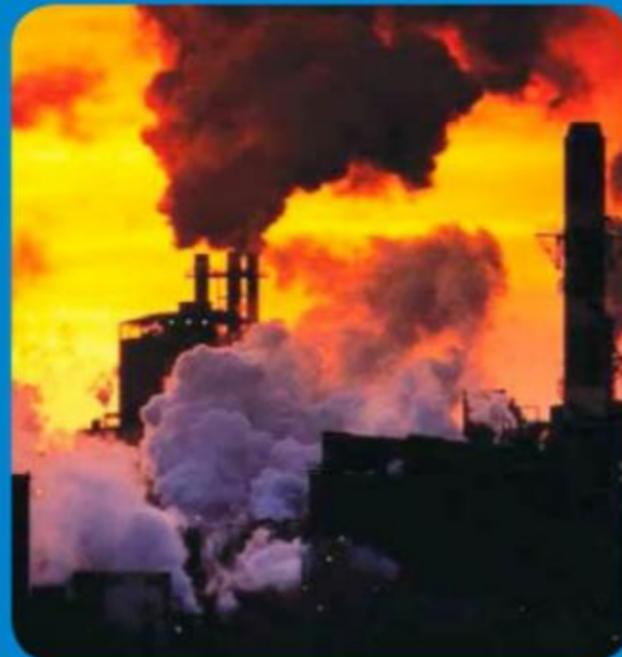


Los científicos pueden plantear los problemas que afectarán al ambiente con base en la evidencia disponible, pero su solución no es responsabilidad de los científicos: es de toda la sociedad.

Mario Molina (nacido en 1943), ingeniero químico mexicano

Las futuras generaciones pueden tener la oportunidad de preguntarse: "¿Qué estaban pensando nuestros padres? ¿Por qué no despertaron cuando tuvieron la oportunidad?". Tenemos que escuchar esa pregunta de ellos, ahora.

Del documental **Una verdad incómoda** (2006), dirigido por **Davis Guggenheim**





De la taza al pie

Tu próximo calzado tendrá dos ingrediente secretos: café y plástico. Un grupo de diseñadores en Finlandia desarrolló unos nuevos tenis llamados RENS usando ambos materiales. Para crearlos, el equipo extrajo los compuestos de los residuos de café y los combinó con plástico reciclado. Con esta mezcla creó un hilo que, al tejerse, es capaz de formar una membrana resistente al agua y que permite el flujo del aire; también impide que los rayos UV dañen el material. Además, las propiedades antibacterianas propias del café logran que el calzado sea resistente a malos olores.

Estos zapatos amigables con el ambiente pesan poco menos de medio kilogramo, y los materiales usados en ellos equivalen a los desechos de 21 tazas de café (aproximadamente 300 gramos) y seis botellas de plástico. Así, por cada 100 de estos pares se reciclan 30 kilos de café molido. Los modelos vienen en nueve colores diferentes, que van desde los clásicos negro y blanco hasta rosa, azul y rojo. **M**

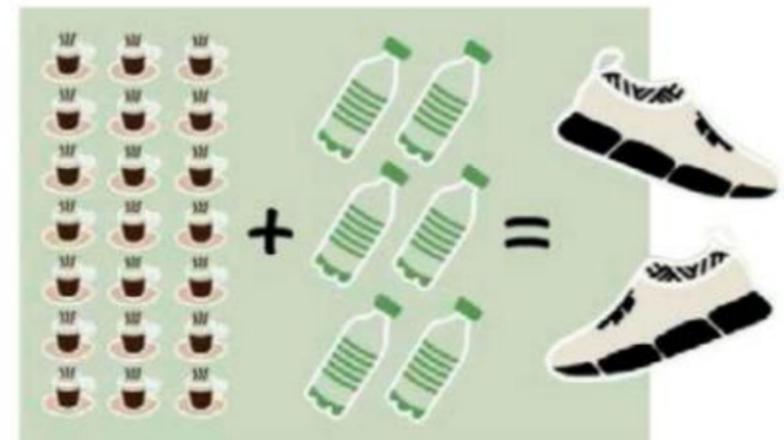
FOTOS: KICKSTARTER.COM

Fuentes: kickstarter.com; rensoriginal.com



Daño mínimo

De acuerdo con sus creadores, RENS tiene 80% menos impacto en el ambiente que unos zapatos de cuero y 60% menos que los textiles.



El ritmo de la vida



Por José Gordon

Conductor del programa **La oveja eléctrica** que se transmite los martes a las 21:30 por Canal 22. imaginantes.tv

¿Cuáles son los estudios e hipótesis que hace la ciencia en torno a cómo aparece la salsa de la vida en nuestro planeta y otros mundos? Este es el gran tema de estudio de la astrobiología. Para adentrarnos en estos fascinantes trabajos, conversamos con Antígona Segura, investigadora del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM y colaboradora en el Instituto de Astrobiología de la NASA. Mientras Antígona realizaba sus labores de posdoctorado en la Universidad Estatal de Pensilvania (EUA), durante los fines de semana aprendía a bailar salsa, una metáfora más que apta para alguien que quiere comprender cómo se pone en movimiento la vida.

—Para hablar de tu trabajo creo que valdría la pena plantear lo que ocurre en una película que se llama *The Theory of Everything*, en donde Stephen Hawking se encuentra con la que será su esposa y

entonces ella le pregunta a qué se dedica. Él responde: "Soy un cosmólogo". Ella le dice: "¿Y qué es un cosmólogo?". Él contesta: "Es la religión para ateos inteligentes". "¿Y a qué le rezan?". Hawking replicó: "A una sola ecuación que lo entienda todo"... Y tú tienes una pasión de alguna manera similar a aquella de Stephen Hawking. Eres astrobiología, ¿de qué trata tu profesión?

La mirada de Antígona se enciende con la curiosidad que implica su tarea: —Trata con la pregunta de justo por qué estamos aquí: ¿El Universo genera vida de manera natural o fuimos un proceso muy especial que ocurrió solamente en este planeta? Esa es una pregunta que todavía no podemos responder, pero esta es la primera vez en la historia de la humanidad que podemos hacer un gran experimento.

¿En qué consiste? En entender cómo se origina la vida en la Tierra, cómo evoluciona, cuáles son las condiciones de este

planeta que permiten su origen y evolución, y después ver en qué otros lugares del vasto Universo este tipo de procesos podrían repetirse y suceder, y cómo detectaríamos que existe vida en esos otros mundos o lunas en nuestro Sistema Solar o fuera de él, en planetas que giran alrededor de otras estrellas.

Básicamente, la astrobiología es entender la vida como un fenómeno que sucede en el Universo y que puede ser, por lo tanto, universal.

—Se trata entonces de buscar vida en lo que se llama "planetas habitables".

—Así es, eso es parte del trabajo que hago.

De la fórmula para tener planetas habitables

—¿Qué es lo que han descubierto a lo largo de estos años y en dónde estamos en



términos de ver si se da el hallazgo de la vida en otros lados?

—Estamos encontrando exoplanetas. Los planetas extrasolares o exoplanetas son los que giran alrededor de otras estrellas, entonces la idea es detectar todos los exoplanetas que podamos y ver cómo son y cuáles tendrían las características para ser potencialmente habitables. ¿A qué nos referimos con un planeta potencialmente habitable? Es un mundo que sería rocoso

(Antígona empieza a desgranar las condiciones que podrían estar involucradas):

—Parece ser que para que se diera el origen de la vida, los sucesos expresados en la interfase de la tierra y el agua fueron fundamentales, aunque hay otras hipótesis de que se dieron en el fondo de los océanos; pero digamos que para lograr cubrir todo, necesitamos agua líquida y carbono. Requerimos carbono porque es de lo que está hecha la vida en la Tierra y porque el carbono

es el elemento más común del Universo, y porque hace cosas complejas en donde quiera que se encuentre. Entonces, el carbono es una idea razonable. No estamos poniendo limitantes a qué forma va a adquirir el carbono, sino nada más que la vida está hecha de carbono. Ahora bien, para que el carbono se organice, se mueva y se junten sus moléculas, se requiere un líquido: el agua, en general, es un elemento muy común en el Universo. Entonces, la idea es buscar dónde hay agua líquida, carbono suponemos que habrá (porque es muy abundante en todo el Universo) y otro requisito es una fuente de energía.

Entonces, ¿qué es lo que le pedimos a un planeta habitable? Pues justo que tenga una fuente de energía y que posea agua líquida. Para el agua líquida se necesita una atmósfera, porque se requiere presión ➔

◀ y temperatura. La atmósfera es como una cobijita que cubre a los planetas y guarda el calor por medio del efecto invernadero –que ahora está supersaturado– pero es lo que, en un principio, vuelve habitable a nuestro planeta. Y Antígona acota: El problema es que le echas demasiado gas al efecto invernadero.

Entonces, ¿qué es lo que hace que haya vida en nuestro planeta? Si no tuviera atmósfera estaríamos en promedio a unos 15°C bajo cero; en cambio tenemos unos 15° en promedio y subiendo: vamos para los 18. Esta temperatura se la debemos a la atmósfera y a los gases de efecto invernadero. Así que tenemos una atmósfera que requerimos, un planeta rocoso y agua líquida sobre la superficie. Eso es lo que estamos buscando en otros planetas.

Ahora bien, la atmósfera puede ser de dióxido de carbono; o sea, en este caso estaríamos hablando de que no sería un planeta habitable para seres humanos. Por otro lado, la atmósfera podría ser de hidrógeno porque ahora hemos descubierto que hay planetas enormes que son como la Tierra, pero más grandes, a los que llamamos *supertierras*; son como rocas enormes que pueden retener atmósferas de hidrógeno. De esta manera, no hablamos de planetas potencialmente habitables para humanos, sino de lo más general que podemos pensar: se trata de un planeta que tiene una atmósfera de dióxido de carbono o de hidrógeno.

Esto nos lleva a preguntar qué paso en la Tierra. La Tierra era dióxido de carbono, nitrógeno, tenía hidrogeno y un poquito de metano, pero no tenía oxígeno más que ese poquitito que se generaba del CO₂. ¿Qué le pasó a la Tierra? Le pasó la vida.

–Ay, qué bonito... parece una canción.

Antígona sonrío: Así las cosas, llega la vida hace 3,800 millones de años. Vamos a poner esto en escala: El Sol tiene 5,000 millones de años; la Tierra 4,500 millones de años y la vida, más o menos 3,800 millones de años en este orbe.

En tal marco, si desde otro planeta se pudiera ver la atmósfera de la Tierra y apreciar que tiene 21% de oxígeno, la pregunta sería: ¿De dónde salió ese oxígeno? No debería estar ahí. ¿Cuál sería la explicación posible para un astrobiólogo extraterrestre?

La respuesta maravillosa, cuenta Antígona, es: Salió de la vida. Hay vida en la Tierra.

De El Principito, el asteroide B 612 y el planeta Próxima B

¿Cómo le pasaría la vida a un exoplaneta? En la novela *El principito*, Saint-Exupéry planteaba que su personaje central venía no de un planeta, sino del asteroide B 612. De acuerdo con ese relato de ficción, dicho asteroide no fue visto más que una vez con telescopio, en 1909, por un astrónomo turco. Hoy en día, el relato de la astrobiología nos propone un lugar muy sugestivo para explorar posibilidades de vida en un planeta que se llama Próxima B. Así pasamos de

hierro y agua, y aunque no estamos seguros, es probable que sea un planeta sólido. ¿Cuál es el pequeño problemita de Próxima B? Que su estrella es muy activa. Tiene fulguraciones que se ven como llamaradas solares. Este tipo de fulguraciones se producen allá...

–En ese sol, digamos, para entender que esa estrella es un sol.

– Sí, es un sol, pero muchísimo más pequeño que el nuestro. Es un sol muy pequeño, es lo que llamamos una enana roja. Es muy activa, está fulgurando todo el tiempo. Nuestro Sol produce una fulguración como esas cada 11 años. Allá se produce cada mes y son muchísimo más energéticas que

las fulguraciones que hemos visto de nuestro astro. ¿Qué le hace eso a la habitabilidad de un planeta? El problema es que la radiación de rayos X extremo ultravioleta que

se produce puede calentar la atmósfera y hacer que ésta se vaya alejando hacia el espacio. La radiación ultravioleta podría básicamente esterilizar la superficie.

Entonces, ¿es Próxima B un planeta habitable o no? En realidad, sí se encuentra en lo que llamamos zona habitable, pero resulta que en estas estrellas la zona habitable se mueve. Ahora está en la zona habitable, pero hace 500 millones de años no lo estaba; de hecho, se ubicaba en el área donde el agua debe evaporarse. Este es un gran experimento. Si lográramos observar que tiene una atmósfera, tendríamos que explicar cómo le hizo esa atmósfera para resistir las condiciones de esa estrella. Ahora estamos haciendo modelos y tratando de hacer

Hay una gama inmensa de cosas por descubrir en la astrobiología.

B 612 a Próxima B. Por supuesto no hemos visto ningún principito en ese mundo, cuyo sol es la estrella más cercana a nosotros; sin embargo, los estudios de la ciencia ven en este planeta –que se encuentra a tan sólo cuatro años luz de nosotros– un interesante candidato para investigar la novela de la vida en otras partes. Antígona Segura nos comparte este relato que todavía no se desentraña del todo:

–Fue muy emocionante en principio encontrar a Próxima B, que es un planeta que gira alrededor de Próxima Centaury, la estrella más cercana a nosotros. Próxima B tiene una masa 1.3 veces mayor a la de la Tierra. Es un planeta como la Tierra en el sentido de ser una roca con un núcleo de



ILUSTRACIONES: JOSÉ ALBERTO CAUDILLO ESPEJEL

predicciones de qué es lo que sucedería con Próxima B como un planeta potencialmente habitable.

En busca del salto a la vida

—Y estás trabajando para conocer el desenlace de esto que parece una novela de ciencia ficción. Tú disfrutabas mucho de ese tipo de lecturas y te encontraste con el planeta Marte, primero en las letras y después en el cielo.

—Así es.

—Háblanos de esta búsqueda, del deseo de tratar de descubrir lo que es la vida y lo que la posibilita...

—Justo el fenómeno de la vida era algo que me asombraba desde pequeña. Me gustaba ver, por ejemplo, cómo se movían los insectos. ¿Cómo logramos construir cosas así? ¿Cómo pasamos de las rocas, porque me encantaban los volcanes, a...

—De lo inorgánico a lo orgánico.

—Exacto. Me parecía algo fascinante. Yo quería ser bióloga, pero también me gustaba la cuestión de las estrellas, entonces también quería ser astrónoma o arqueóloga y muchas otras cosas. Pero llegó un momento en que me decidí. Mi vacilación se quedó ya sólo entre la biología y la astronomía, y en este contexto la ciencia ficción era la posibilidad de ver e imaginar cómo podía ser la vida en otros mundos. Me devoraba los libros de ciencia ficción que tenía mi papá. Mi mamá me ayudó mucho también, porque cuando vio que me gustaba la ciencia me compraba libros infantiles con ese tema, que no eran comunes en México. Mis padres me alimentaron desde el lado de la fantasía y desde la parte de lo que la ciencia puede hacer. En ese



Recomendaciones de la Dra. Antígona Segura

- **Cosmos**, de Carl Sagan: Sigue siendo un clásico, hay cosas que deben actualizarse del lado de la ciencia pero es el tipo de divulgación inspiradora y casi poética que nos mueve a pensar más allá de nuestra humanidad.
- Lo que sea de Ursula K. LeGuin: He leído tres novelas de ella y un par de ensayos. Me encanta la forma en que juega a crear variantes de sociedades y experimenta con ellas. Es imaginativa y sensible. Mi favorita es *La mano izquierda de la oscuridad*, seguida de *Los desposeídos*. Lo siguiente que leeré de ella son las historias de *Terramar*.

- **25 minutos en el futuro**: Prefiero los cuentos a las novelas, porque no tengo mucho tiempo para leer y quiero saber pronto cómo acaban las historias. Esta colección de cuentos son una excelente muestra de la ciencia ficción actual de Estados Unidos. Mis cuentos favoritos son "La historia de tu vida", de Ted Chiang; "Incluso la reina", de Connie Williams, y "13 maneras de observar el espacio/tiempo", de Catherynne M. Valente.
- **La imaginación: la loca de la casa**. Es una antología de cuentos simplemente maravillosos. Me gustaron todos.

camino me encuentro con Carl Sagan, con la serie *Cosmos*. Sale este programa de televisión, mi papá me regala el libro y pienso: "Esto es lo que quiero hacer. Quiero entender el Universo, pero también entender a la vida". Entonces, lo que Sagan me muestra es justo aquello que yo deseaba: juntar esas dos pasiones mías en una sola ruta.

Eso resultó maravilloso. Hay una gama inmensa de cosas por entender en la astrobiología. Comunicarse con científicos y científicas que tienen perspectivas distintas de investigación y conjuntar estas metodologías es algo que no se había hecho en la historia de la humanidad. Es algo muy nuevo, y para quienes tenemos el privilegio de hacerlo, lo estamos disfrutando. Estamos muy contentos de formar parte de ese experimento.

—Sí, porque además es tratar de adentrarte en territorios inéditos, porque eso es importante también: saber que no tenemos el conocimiento completo y, por lo tanto, la imaginación que tenemos en la interpretación de datos es algo que está en construcción aún.

—Claro, podría estar ahí la señal y no verla todavía...

—U observarla en condiciones extremas que no son las nuestras y con parámetros que no son los propios...

—Y no reconocer...

—... y no reconocer que existe otra forma de vida en que podría moverse en extremos que no son los nuestros.

—Sí, estamos tratando de cubrir todas las posibilidades, pero en efecto, el problema

de la astrobiología es justamente cómo vamos a discernir entre estas cosas que serán generadas por la vida y lo que es parte de los procesos geoquímicos normales de la naturaleza sin la intervención de la vida. Lo que pasa es que nosotros creemos que si te pongo algo ahí, tú puedes decirme si está vivo o no, y quizás es algo muy intuitivo; pero si uno pide un afinamiento: "Ponlo con palabras, explícame cómo diferencias a una roca de una hormiga", ya no resulta tan sencillo. Cuando empiezas a buscar contraejemplos para ver si tu definición te sirve o no para otras cosas —y esas no son generalizables— te enfrentas a algo que resulta muy complicado.

Nosotros tenemos que sistematizarlo. Ese es precisamente nuestro problema: ¿cómo sistematizamos la idea de qué es lo vivo y cuáles son las características de lo vivo de manera que no se nos escape nada?

—Y tiene que ver con este descubrimiento que haces desde niña, relacionado con el movimiento de los insectos; pero luego también con el movimiento de nuestros cuerpos (que llevan la vida), incluso a la pasión por la salsa, la pasión que tienes por el baile y también por el conocimiento: ese movimiento que implica asomarnos nosotros mismos —como materia que está de alguna manera organizada y viva— a interactuar con otras formas de materia para pensar y tratar de descubrir por qué hay vida en el Universo. Los Beatles dirían: estamos ante un viaje cósmico, misterioso y maravilloso. **M**

EL DILUVIO HUICHOL

Noé en Mesoamérica

El relato bíblico de una gran inundación se ha repetido en mitologías no sólo de la Antigüedad, sino también del Nuevo Mundo. Por Luis Felipe Brice

Uno de los pasajes bíblicos más conocidos es el relato del Diluvio Universal, perteneciente al libro del Génesis, en el Antiguo Testamento. Ahí se cuenta que, como castigo por la conducta violenta e inhumana de los seres humanos, Dios mandó una gran inundación que acabó con la vida

en la Tierra. Los únicos que sobrevivieron fueron Noé, su familia y una pareja de cada especie animal, quienes durante el cataclismo permanecieron a salvo dentro del arca que el Creador había ordenado construir a Noé. Una vez transcurrida la hecatombe, los supervivientes descendieron de la embarcación para repoblar el mundo. Con similitudes y divergencias, este relato también forma parte de mitologías lo mismo de antiguas civilizaciones, como la sumeria y la india, que de culturas mesoamericanas, como la maya y la huichol.

El número sí importa

Los *wixaritari* (en su propia lengua) o huicholes (en castellano) son un pueblo

de origen prehispánico localizado en el occidente de México, sobre todo en los estados de Jalisco y Nayarit. De acuerdo con su cosmovisión, la vida surgió del mar (Haramaratsie), de donde emergieron los dioses, entre ellos Takutsi Nakawe. Mejor conocida como "Abuela Lluvia", esta deidad todos los días ponía en pie los árboles que un joven labrador, de nombre Watakame, había derribado durante la jornada, a fin de preparar la tierra para la siembra del maíz.

Pasados algunos días, extrañado, molesto e intrigado, el agricultor se propuso descubrir el motivo de la inutilidad de su esfuerzo. Una vez concluida su jornada, se escondió entre la maleza y desde ahí pudo ver cómo Takutsi Nakawe, blandiendo una vara, hacía levantar como por arte de magia los árboles derrumbados. Watakame decidió enfrentarla, cuestionándole por qué afectaba de aquella forma su arduo trabajo. Ella le hizo ver la ineficacia del mismo ante la inminencia de una gran inundación que ocurriría al cabo de cinco días. Por ello le ordenó hacer algo de más provecho: construir una barca para ponerse a salvo del diluvio, llevando consigo cinco granos de maíz, cinco semillas de frijol y cinco tallos de calabaza para alimentar el fuego, así como a una perrita de pelaje oscuro (cabe señalar aquí la importancia del número cinco en la cosmogonía huichola, que representa los puntos cardinales del mundo: norte, sur, este, oeste y centro, y sus correspondientes lugares sagrados).

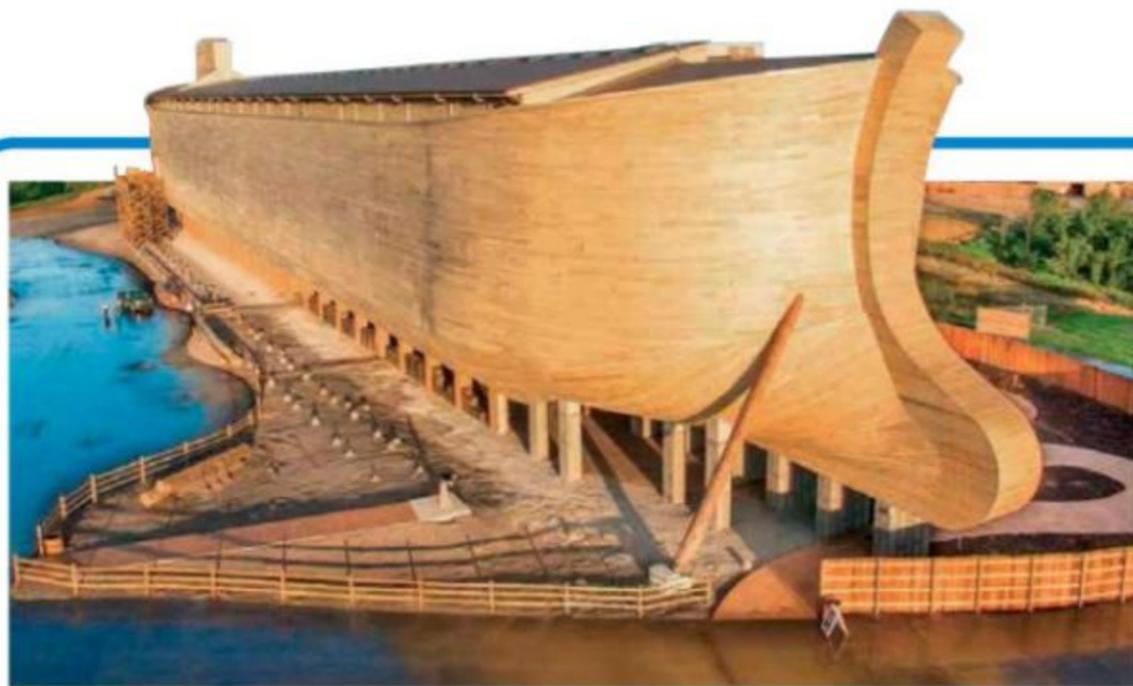


FOTOS: INAH.GOB.MX

Sin objetar las instrucciones de la anciana diosa, quien lo conduciría en la aventura, Watakame puso manos a la obra de inmediato. Fue así como tuvo lista la embarcación en el transcurso de cinco días, justo cuando sobrevino el anunciado cataclismo. Durante cinco años (o días, según la versión) de total oscuridad e incesante lluvia, la nave flotó, pero no a la deriva –como el arca de Noé–, sino de uno a otro de los cinco puntos cardinales. Al cabo de ese quinquenio, el diluvio terminó y Tawewiécame (el dios Sol) volvió a dar luz y calor desde lo alto. El nivel del agua comenzó a bajar, pero la tierra continuaba inundada. Fue necesario que Takutsi Nakawe (ahora también Señora del Viento) encomendara a las aves (únicos seres sobrevivientes fuera de la barca) labrar surcos con sus picos, a fin de formar los ríos que condujeran el excedente de agua hasta el mar. Mientras tanto, la diosa Tate' Yuliana'ka (la Madre Tierra) hizo resurgir progresivamente la flora y la fauna.

Una vez creadas las condiciones en suelo firme, de la barca –que, como la de Noé, había encallado en una montaña– descendió Watakame con su inseparable perrita negra. Al instante se aplicó en la limpieza y preparación del terreno para sembrar los granos y semillas que había preservado a bordo. Al terminar cada jornada, cuando el agricultor volvía a casa, lo esperaban su fiel mascota y tortillas para cenar, sin saber quién las había preparado. Con gran curiosidad, un día decidió no ir a la milpa y vigilar su vivienda a fin de develar el misterio. Descubrió, con no poco asombro, que en su ausencia la perrita se despojaba del pelaje, convirtiéndose en una hermosa mujer. Era así como ella misma acarrea el agua desde una poza para preparar en casa el nixtamal, formar la masa y poner a cocer las tortillas que su amo comería.

Desconcertado y con miedo, Watakame tomó la piel canina y la arrojó al fuego, mientras la mujer chillaba de dolor por la quemazón que percibía en su propia



Encuentro con el arca

Más grande que la imaginación". Es el eslogan del parque temático Ark Encounter, abierto al público en 2016 en el condado de Grant, Kentucky (EUA). Desde luego, la atracción principal del lugar es la réplica del arca de Noé, construida de acuerdo con la detallada descripción de esta nave en el relato bíblico del Diluvio Universal. Lo primero que llama la atención es su imponente estructura de madera (155 m de largo, 26 m de ancho y 16 m de alto), reflejada en un gran espejo de agua y rodeada de extensos jardines. En su interior, conformado por tres cubiertas de exhibiciones, los visitantes pueden saber y entender cómo –según la Biblia– se habría elaborado el arca, cómo hubiera sido por dentro y cómo podrían sobrevivir ahí personas y animales durante la gran inundación. Fuente: arkencounter.com

dermis. A fin de calmar aquel intenso ardor, el labriego enseguida cubrió el cuerpo femenino con maíz molido y lo roció con agua de nixtamal. El remedio surtió efecto. Ella no necesitó ya recubrirse con el pelaje perruno, adquiriendo para siempre la fisonomía humana. Así surgió la primera mujer sobre la Tierra, quien junto con Watakame conformaron la pareja primigenia a partir de la cual se poblaría el mundo y se originaría el cultivo del maíz.

El arca de Watakame

La creencia en el relato del diluvio tiene tal arraigo entre los actuales huicholes, que continúan haciendo peregrinaciones a los cinco lugares (rumbos o puntos cardinales) sagrados que –según la leyenda– tocó el arca de Watakame durante la gran inundación. En cada uno de esos sitios se llevan a cabo rituales en los que se ofrendan pequeñas réplicas de dicha embarcación, con las figuras de Watakame, Takutsi Nakawe y la perrita negra. Por lo regular esas reproducciones están hechas de madera y adornadas con los elementos multicolores que caracterizan a los huicholes.

La efigie de Watakame –considerado héroe cultural por ser el varón de la pareja primigenia y por ser además el "primer cultivador del maíz"– tiene asimismo

presencia protagónica en una de las mayores obras del arte huichol contemporáneo. Se trata de *La visión de Tatutsi Xuweri Timaiweme* (1980), elaborada en estambre y cera sobre tabla por el artista indígena José Benítez Sánchez (1938–2009). Según la información del Instituto Nacional de Antropología e Historia, la también denominada *Tabla huichola*, "además de su gran calidad de manufactura, belleza, personalidad estilística y fascinante uso del color, encierra un inmenso valor como fuente etnográfica de primera mano para ahondar en la cosmovisión de los huicholes".

Así pues, en *La visión de Tatutsi Xuweri Timaiweme* pueden encontrarse referencias a mitos, símbolos y personajes repartidos en las tres partes en las que se divide el cuadro: Mundo Celestial, Superficie de la Tierra e Inframundo, siendo los dos últimos protagonizados por Watakame. "Varias figuras en la tabla sugieren ser este personaje, siendo así el que tiene más presencia junto con las diosas madres de la lluvia. Pareciera que Watakame va visitando todas las historias que se cuentan en el Inframundo y en la Superficie de la Tierra, enfatizando su papel de ancestro, progenitor, sembrador y vínculo con las deidades". Un papel que lo equipara con grandes personajes de otras mitologías de la Antigüedad y el Nuevo Mundo. **M**

Sabías que...

La película *Noé* (2014) presenta una versión épica y fantástica del relato bíblico del Diluvio Universal, haciendo uso de grandes efectos especiales.



El asteroide que viene

Cada cierto tiempo se anuncia la inminente llegada de un cuerpo celeste que podría destruir la Tierra... o al menos, la vida en ella. Por Guadalupe Alemán Lascrain

Hace 65 millones de años, un asteroide de 15 km de ancho se estrelló en lo que hoy es Chicxulub, México, causando la extinción masiva de los dinosaurios. Se calcula que el impacto tuvo una fuerza mil millones de veces superior a las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki, y que el asteroide "habría lanzado a la atmósfera material a alta velocidad, desencadenando una serie de eventos que causaron un invierno global, destruyendo mucha de la vida en la Tierra en cuestión de días". El estudio que confirmó esta teoría, publicado en marzo de 2010 en la revista *Science*, también sugiere que el impacto provocó megaterremotos y tsunamis a nivel mundial.

El trágico fin de los dinosaurios se ha convertido en una fábula precautoria. Nos recuerda que ninguna especie es inmune a la extinción y que, en cualquier momento, nuestro pequeño planeta azul podría ser impactado por un asteroide similar al que hizo chuzca con la biodiversidad a finales del Cretácico. Por salud mental, la mayoría elegiríamos no angustiarnos al respecto... esto es, hasta que los medios de comunicación nos amargan el desayuno con noticias como la siguiente, que apareció en un

medio mexicano: "El lunes 9 de septiembre de 2019, un asteroide de unos 40 metros de diámetro podría chocar contra el planeta Tierra a 44,000 kilómetros por hora. El impacto puede causar una devastación similar a la del asteroide que cayó en Tunguska (Siberia), que arrasó una superficie de 2,000 km², equivalente a un disco de 50 km de diámetro, y derribó 80 millones de árboles de la taiga". Otras fuentes añaden datos que sólo aumentan nuestro nivel de ansiedad, por ejemplo: que de los 816 astros conocidos que pueden chocar contra la Tierra, el que nos ocupa –llamado oficialmente 2006 QV89– es el séptimo más peligroso.

Por un pelito

Los medios antes mencionados también incluyen "spoilers". Al parecer, el asteroide 2006 QV89 no será responsable del Fin del Mundo, y es por esto: las probabilidades de que un astro se estampe contra la Tierra existen, pero son de 1 a 11,428. Como explica Ettore Perozzi, de la Agencia Espacial Italiana: "Con los datos que tenemos ahora, la probabilidad de impacto es equivalente a la de ser arrollados por un tren si cruzamos la vía sin poder ver

ni oír si viene el ferrocarril, pero sabiendo que pasa uno cada 15 horas".

Incluso si 2006 QV89 se estrellara contra el planeta, tiene 70% de probabilidades de caer en el mar. En el peor de los casos, causaría daños limitados a una reducida región geográfica. Por cierto, este asteroide es relativamente pequeño comparado con el monstruo que acabó con los saurios.

Dicho lo anterior, podemos relajarnos un poco... pero sólo un poco, tomando en cuenta que la versión corregida y aumentada de 2006 QV89 quizá también nos visite.

Por otra parte, es imposible borrar el recuerdo de un evento cósmico más reciente, uno que literalmente sacudió al mundo. El 15 de febrero de 2013 un meteoróide llegó a la Tierra a una velocidad de 64,800 km por hora. Medía 17 metros de alto por 15 de ancho y tenía una masa de 10,000 toneladas. Se desintegró a los 32 segundos de haber entrado en la atmósfera, explotando con tal fuerza que sus ondas sonoras se registraron en todo el orbe. El evento sucedió cerca de la ciudad de Cheliábinsk, Rusia. Alcanzaron el suelo entre 4,000 y 6,000 kilos de meteoritos que hicieron estallar cristales de casas e hirieron a cientos de personas.

Tres, dos, uno... ¡suelo!

Después del susto de Cheliábinsk, los terrícolas empezamos a tomar ciertas previsiones para no correr la misma suerte que los dinos. A partir de 2016, la NASA cuenta con una Oficina de Coordinación de Defensa Planetaria (PDCO, por sus siglas en inglés), dedicada a



FOTO: NASA

Cielito lindo

El 8 de septiembre de 2016 fue lanzada al espacio la sonda espacial OSIRIS-REx. Dos años después llegó a su destino: un asteroide llamado Bennu, que mide 490 metros de diámetro. OSIRIS recogió una muestra de Bennu y emprendió el regreso a casa. Llegará en septiembre de 2023 a la Tierra, donde los científicos la aguardan ansiosamente con su preciada carga. La NASA busca un triple objetivo en esta misión: **A)** conocer con más exactitud la trayectoria de dicho asteroide, considerado

potencialmente peligroso para nosotros por su tamaño y cercanía. Se estima que podría pasar cerca de la Tierra en el año 2135. **B)** Descubrir si este asteroide tan antiguo puede revelar secretos acerca de los orígenes del Sistema Solar. **C)** Averiguar si los recursos minerales y contenido de agua de Bennu, y de otros asteroides parecidos, pueden explotarse en el futuro.



coordinar las oficinas del gobierno de EUA y los esfuerzos y proyectos internacionales para detectar cualquier peligro de impacto de asteroide y planificar la respuesta adecuada. Una de sus responsabilidades principales consiste en clasificar, catalogar y rastrear los Objetos Cercanos a la Tierra, también llamados NEO por sus siglas en inglés (Near Earth Objects). Un NEO es un asteroide, meteorode o cometa que orbite el Sol y esté dentro de los 30 millones de km de la órbita terrestre. Cada vez que un astrónomo detecta un NEO, envía sus cálculos a una dependencia llamada Centro de Planetas Menores (Minor Planet Center, o MPC). El MPC recopila los datos recabados por los observatorios de todo el globo y los emplea para calcular si alguno de esos NEO podría representar una amenaza.

La PDCO también trabaja planteando escenarios hipotéticos. Por ejemplo: en mayo de 2019, varios científicos se reunieron en Washington durante la Conferencia de Defensa Planetaria, convocada por la Academia Internacional de Astronáutica. Su tarea principal consistió en proponer soluciones a contrarreloj ante el siguiente panorama ficticio: "Un asteroide de entre 100 y 300 metros se acerca velozmente a la Tierra. Tiene 10% de probabilidades de impactarnos y, de hacerlo, liberaría entre 100,000 y 800,000 kilotonnes de energía (sólo como referencia: la bomba atómica lanzada sobre Hiroshima tenía 15 kilotonnes). Ustedes son los expertos en la materia: ¿cómo evitarían la catástrofe?". Paul Chodas, director del Centro de Estudios para Objetos Cercanos a la Tierra (CNEOS) y diseñador del simulacro antes descrito, explica: "Nuestro objetivo es seguir

los pasos que deberíamos llevar a cabo si fuera un caso real".

Misión DART

Los científicos de la PDCO también son responsables de aplicar la tecnología más efectiva que se conoce hasta la fecha para desviar asteroides. Se trata del "impacto cinético", que será puesto a prueba durante la misión Prueba de Redirección de Doble Asteroide, o para usar su acrónimo en inglés más *cool*: DART. Su objetivo es impactar a Didymos B, una pequeña luna que orbita dentro de otro asteroide más grande (Didymos A). Aunque ninguno de ellos amenaza la Tierra, serán el medio para demostrar si una nave puede desviar la órbita de un asteroide. A mediados de 2021 se lanzará la misión y el impacto tendrá lugar en septiembre de 2022. Junto con DART viajará CubeSat, una nave del tamaño de una caja de zapatos que registrará el choque.

Dicho lo anterior, no está de más traducir aquí lo que responde la NASA a la pregunta "¿es posible derribar un asteroide que está a punto de impactar contra la Tierra?". Según explica la agencia espacial, "un asteroide con trayectoria en colisión a la Tierra no podría ser derribado dentro de minutos o incluso horas previas al impacto. Ningún armamento conocido podría detener semejante masa debido a la velocidad a la cual viaja: un promedio de 19 kilómetros por segundo".

Apocalipsis... ¿ya?

De acuerdo con Lindley Johnson, jefe de Defensa Planetaria, hasta la fecha se han encontrado más de ocho mil objetos próximos a la Tierra superiores en diámetro a

los 140 metros de ancho. Cada uno de ellos podría arrasar con un país entero. La NASA advierte: "Un impacto del tamaño del que explotó sobre Cheliábinsk en 2013 tiene lugar una o dos veces cada siglo. Los impactos de objetos más grandes son aún menos frecuentes (en la escala de siglos a milenios). Pero tomando en cuenta el actual estado incompleto del catálogo de los NEO, un impacto imprevisto –como el de Cheliábinsk– podría ocurrir en cualquier momento".

Por lo tanto...

Es absurdo negarlo: sí existe la remota posibilidad de que nuestro fin tenga que ver con una gigantesca roca espacial... lo cual no implica que debemos vivir angustiados debajo de la cama. También podemos aferrarnos a datos más tranquilizadores. Por ejemplo: recordemos que la atmósfera de la Tierra funciona como una capa protectora. Sin ella, "el cutis" del planeta sería como el de la Luna y no podría albergar vida. Además, el Sistema Solar es tan grande que la probabilidad de que nos impacte un objeto extraterrestre peligroso es muy baja. Un asteroide de cinco kilómetros de diámetro caería en la Tierra, cuando mucho, una vez cada 10 millones de años; y uno de 100 kilómetros, una vez cada 100 millones de años. Como explicó la astrónoma argentina Beatriz García: "Material interplanetario cae en la Tierra de manera permanente. Si bien no existe forma de prevenir ni de predecir cuándo un meteorito de pequeñas dimensiones caerá, no se trata de algo nuevo, sino que es una situación a la que el planeta siempre ha estado expuesto, y no tiene sentido temerle a algo que no podemos controlar". Suena lógico, ¿no? **M**

35 AÑOS DE *MUY INTERESANTE MÉXICO*

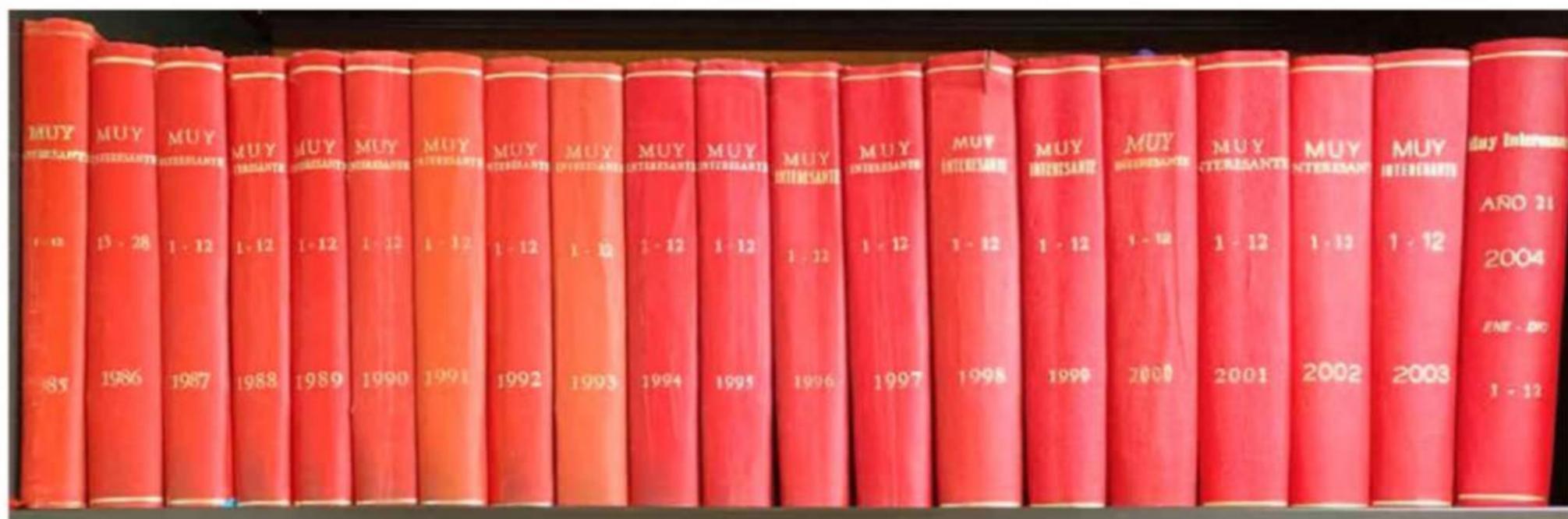
De colección

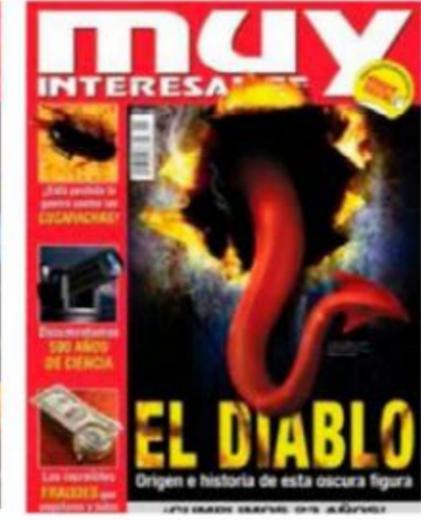
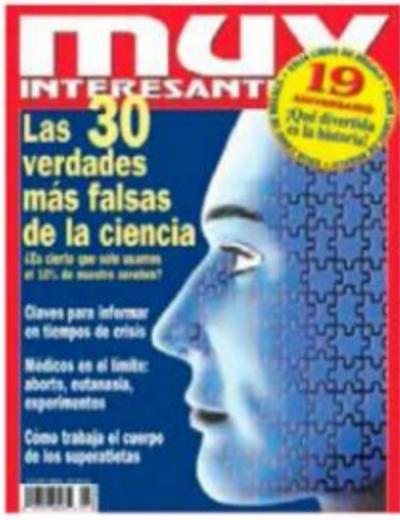
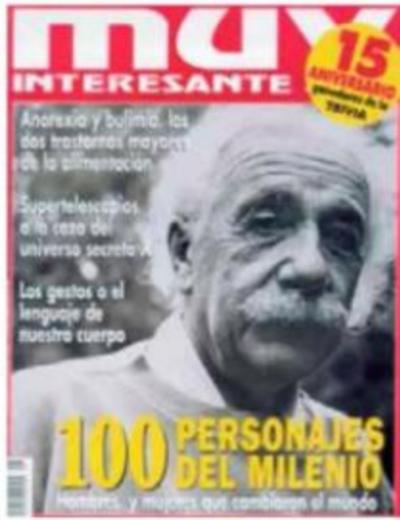
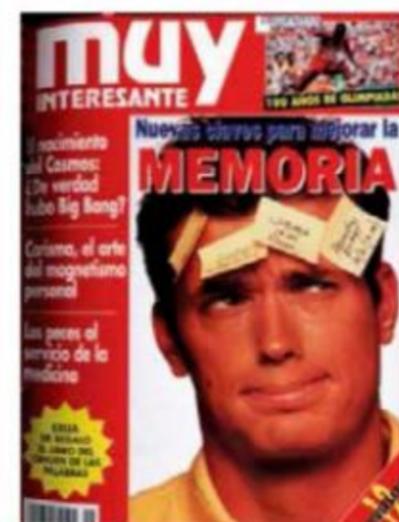
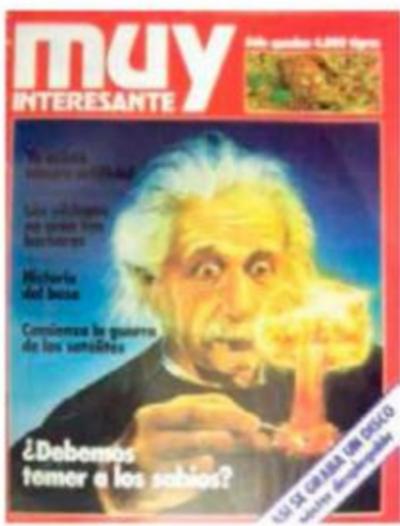
En 1984 se publicó el primer número de la revista en México. Desde entonces, hemos seguido el fascinante camino del conocimiento.

Al poner atención a los artículos de nuestra edición de septiembre de 1984, nos daremos cuenta de que algunos de los temas todavía siguen vigentes y son de interés general (tsunamis, energías alternativas, psicología de la belleza, la ciencia detrás del fútbol... ¡hasta drones!) Por supuesto, hay otros a los cuales el tiempo los alcanzó sin remedio, pero en general existe una constante que nos ha acompañado a lo largo de estos años: todos están motivados por la curiosidad y búsqueda de conocimiento. Treinta y cinco años más tarde, nuestra marca editorial

también está presente en Internet, invento del cual dimos cuenta a principio de la década de 1990 y que, tal como mencionamos, es imprescindible para la vida cotidiana. Durante este tiempo, el gusto por coleccionar la revista y seguir nuestras actualizaciones en redes sociales se ha transmitido de manera intergeneracional: de mamás y papás a hijas e hijos; a su vez, a nietas y nietos, sobrinas y sobrinos y, claro, entre amistades. Los tiempos cambian, pero la fidelidad a la marca persiste. Igual que antes, *Muy Interesante* es una marca dedicada a seleccionar los temas más relevantes de la actualidad en ciencia, tecnología e historia, y comunicarlos de manera divertida y bien documentada. Sigamos juntos en este viaje. **M**

TESORO. Así se ven los 35 años de *Muy Interesante México* compilados en tomos que resguardamos en la redacción de la revista.







Juan José Bello Zago y el Ing. José Bello Ríos.
Puebla, Puebla.



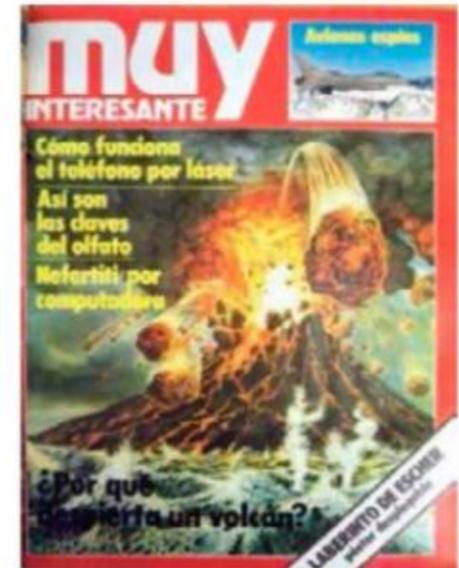
Marcos Miguel López Demeneghi, lector desde hace 30 años.
Zentla, Veracruz.



Hermanos Jesús Darío y Francisco Javier Carballo Gómez.
Veracruz.

1985

FENÓMENOS NATURALES. Los temas de la naturaleza fueron bastante solicitados en la década de 1980. Tras el temblor del 85, los lectores buscaron más información sobre lo que ocurría en nuestro planeta.



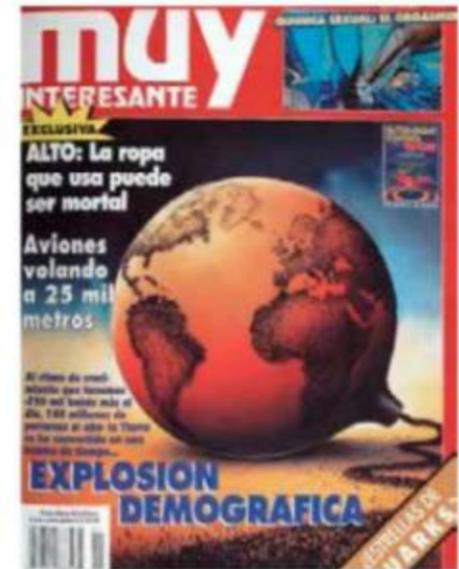
1990

LOS CIBERNAUTAS. En 1990 anunciábamos la llegada de Internet, y en el transcurso de la década le dimos seguimiento a la cultura a su alrededor. Fue en 1998 cuando *Muy Interesante* tuvo su primera página web.



1995

PROBLEMAS GLOBALES. Nunca hemos dejado de preocuparnos por el planeta y sus habitantes. Estamos siempre en búsqueda de propuestas para solucionar conflictos que nos afectan a nivel local y global.



2000

EL SIGLO XXI. El cambio de siglo no fue como lo pintaba la ciencia ficción, pero de igual manera estábamos preparados para lo que venía. Durante la primera década de entonces, la tecnología ocupó nuestra atención principalmente.



MUY

INTERESANTE

LA BOMBA ROBOT



BUEN COMIENZO. La primera portada de *Muy* fue publicada en septiembre de 1984.

TSUNAMI

La ola de la muerte

Todos los tipos de energía

Fútbol: el tiro con efecto

¿Existe el demonio?

EL CALOR, FOTOGRAFIADO
póster desplegable



Carlos Herrera Villegas.
León, Guanajuato.



El frasegrama resuelto de agosto 2019, enviado por **Grissel Esparza Pérez**, quien fue la primera en esta edición (quitando lo invicto a **Ubaldo Trejo Briseño**).



"Un saludo desde Zapoapan, municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz".
Familia Ramos Flores.

2005 **SALUD Y OTROS TEMAS.** En la década de los 2000 la gente pensaba que publicábamos muchos "especiales de sexo". Aunque fue cierto que tocábamos el tema, quizá nos confundían con la hoy extinta competencia.

2010 **CATÁSTROFES.** Sí, hemos tenidos etapas con portadas dignas de carteles de películas de acción, aunque sin duda han sido las más vendidas. A nuestro favor debemos decir que todos los temas son tratados con meticoloso rigor periodístico y fuentes confiables.

2015 **PREMIOS.** Al iniciar la década de 2010 empezamos a ganar premios de periodismo de ciencia a nivel nacional, por lo cual estamos muy orgullosos. Estos han sido nuestros "certificados de calidad".

2019 **NUEVOS RETOS.** En la década que viene tenemos muchas sorpresas para nuestros lectores, tanto en la versión impresa como en la digital. Somos la revista familiar dedicada al conocimiento... ¡gracias por acompañarnos!



MUY INTERESANTE

TRENES DEL SIGLO XXI



NOSTALGIA. En octubre de 1984 salimos al mercado con dinosaurios en portada y con un texto de Asimov.

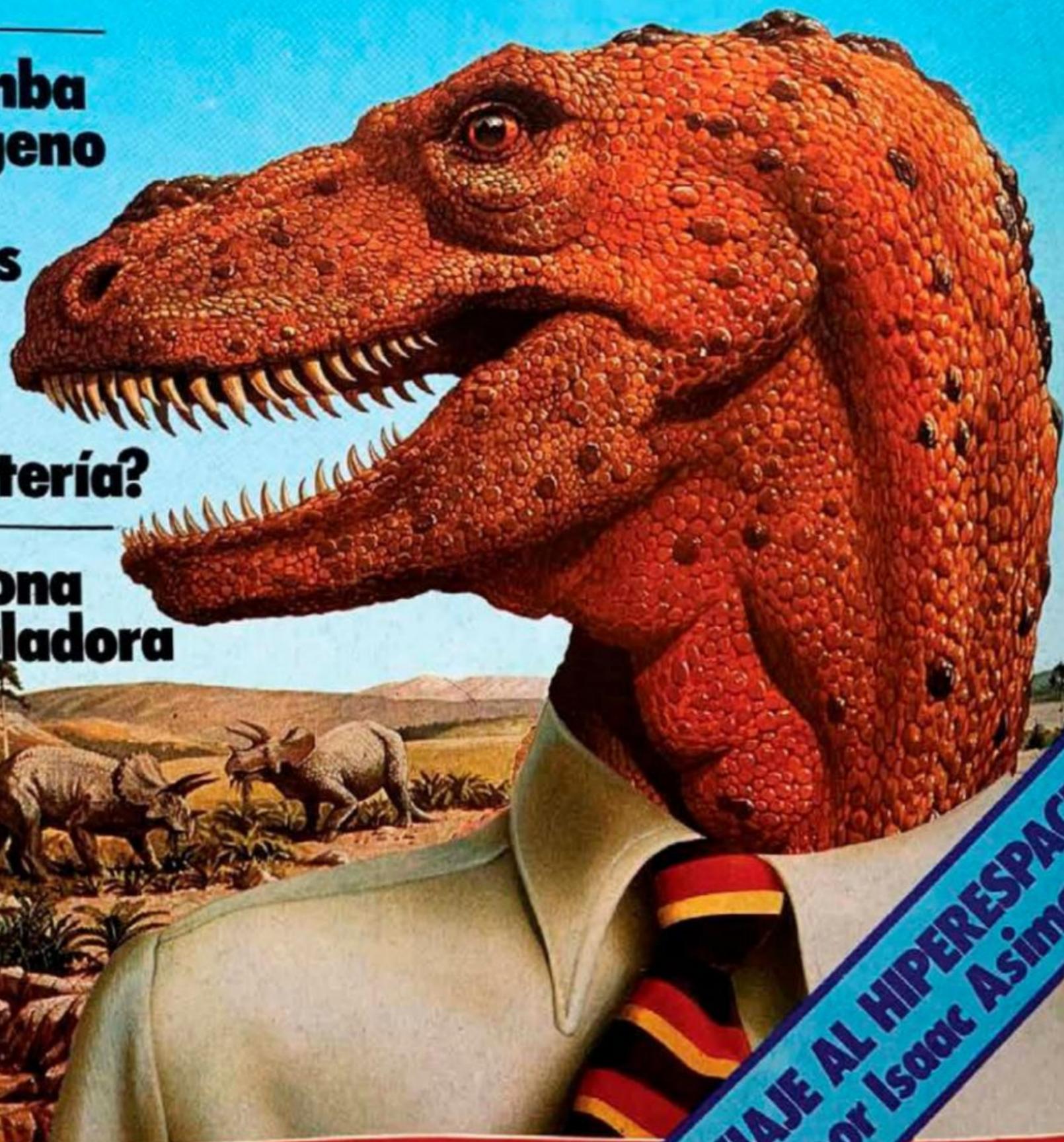
Porqué trabajan tanto los japoneses

De la bomba de hidrógeno a la de neutrones

Casarse, ¿una tontería?

Así funciona una calculadora

Todavía somos dinosaurios



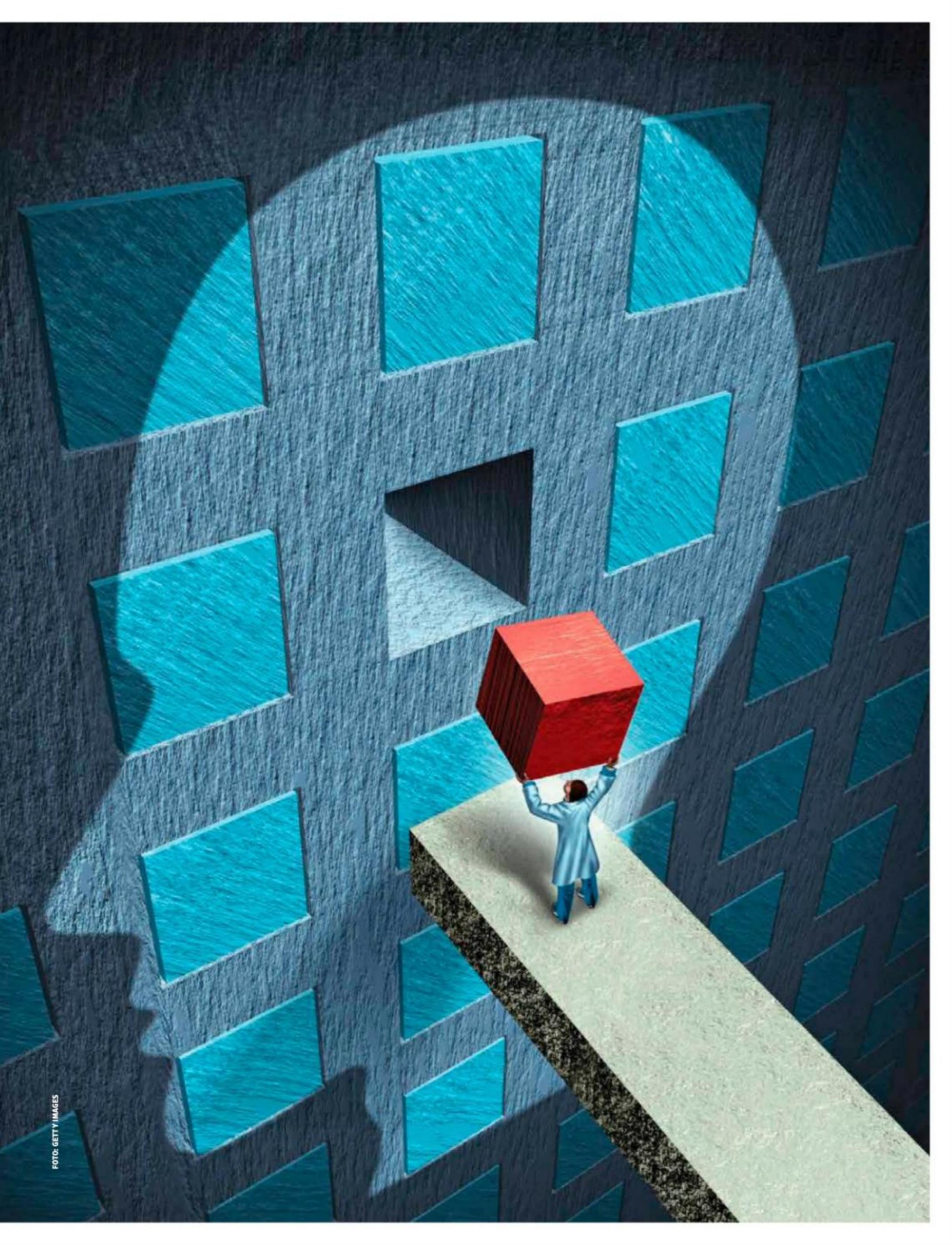
VIAJE AL HIPERESPACIO
por Isaac Asimov

CAMBIAR LA MEMORIA

EXTIRPACIÓN DE RECUERDOS

Por décadas, los científicos pensaron que los recuerdos (buenos y malos) permanecen inalterables en el cerebro. Sin embargo, ahora sabemos que son elásticos, maleables, lo que abre una puerta a la posibilidad de combatir y neutralizar los traumas. ¿Y si lográramos bloquear esas malas experiencias e incluso borrarlas?

Por Anabel Herrera

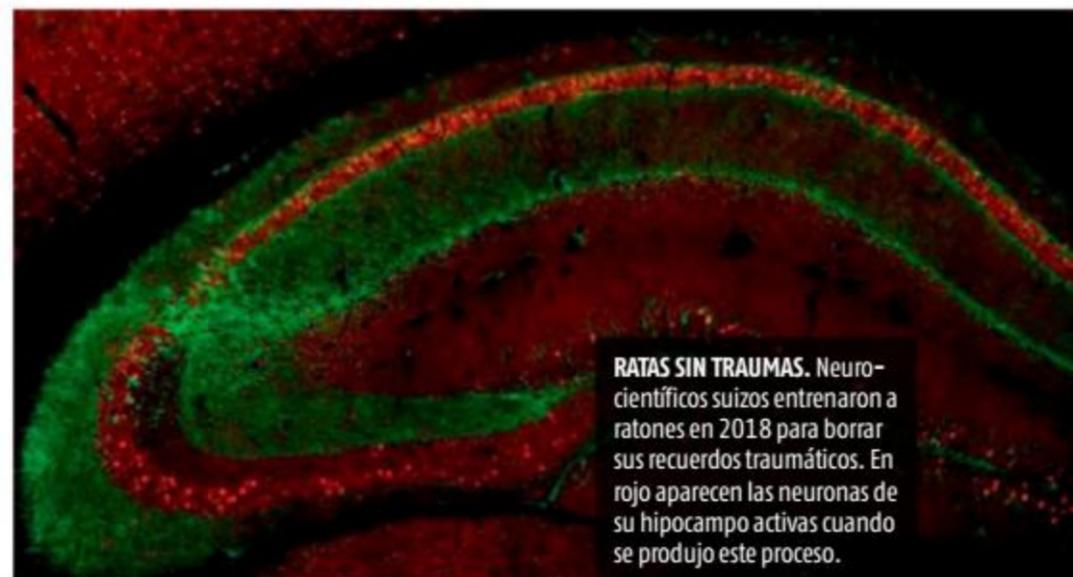


En el año 2000, Karim Nader, estudiante de posdoctorado en el laboratorio LeDoux de la Universidad de Nueva York (Estados Unidos), llevó a cabo un experimento que revolucionó por completo la teoría sobre cómo se forman y se guardan en nuestro encéfalo los recuerdos; hasta entonces, la comunidad científica postulaba que, tras completarse un proceso de síntesis de proteínas, los recuerdos se volvían permanentes. El joven neurocientífico entrenó a un grupo de ratas para que asociaran un sonido particular con una descarga eléctrica, de tal manera que aprendieran a temer esa señal. Pero después de que Nader les inyectara un fármaco para bloquear la síntesis de proteínas en la amígdala –la zona del cerebro donde se cree que se almacenan los recuerdos del miedo–, algo sorprendente sucedió: al recordar, es decir, al exponerlas de nuevo al mismo ruido, las ratas ya no se quedaban completamente paralizadas. La asociación había desaparecido. Lo que Nader planteaba con su experimento era que los recuerdos son elásticos, maleables, y que se construyen de nuevo cada vez que los evocamos. Este proceso se conoce como reconsolidación, y pese a las reticencias iniciales de la comunidad científica a creer en este nuevo planteamiento, lo cierto es que abrió nuevas vías para la manipulación de los recuerdos.

Llegados a este punto, puede que algunos estén imaginándose un hipotético escenario donde manipular recuerdos se lleve a cabo con fines malvados, pero lo cierto es que las investigaciones sugieren que bloquear algunos contenidos de la memoria, o bien recuerdos enteros, puede ser en verdad beneficioso para las personas que sufren estrés postraumático, un trastorno que afecta a miles de personas en todo el mundo. Puede tratarse de víctimas de una catástrofe natural, un atentado terrorista, una violación, un secuestro, un accidente o incluso de soldados que han luchado en una guerra. Las imágenes de la situación traumática vuelven a experimentarse una y otra vez en forma de *flashbacks*, con todo lujo de detalles, y generan ansiedad, miedo y falta de control a pesar del paso del tiempo.

Separar el grano de la paja

Tradicionalmente, la neurociencia había afirmado que existen tres fases de la memoria: codificación, que es el momento de aprendizaje; consolidación, cuando la información aprendida se transforma en una memoria a largo plazo y, por último, el proceso de recuerdo, es decir, aquello que conseguimos recordar. Por fortuna, nuestro cerebro posee una capacidad de almacenaje limitada y no logramos acordarnos de todo lo que hemos



RATAS SIN TRAUMAS. Neurocientíficos suizos entrenaron a ratones en 2018 para borrar sus recuerdos traumáticos. En rojo aparecen las neuronas de su hipocampo activas cuando se produjo este proceso.

Bloquear ciertos contenidos de la memoria a las víctimas de un asalto, una violación o un secuestro puede resultarles muy beneficioso.



ATRAPADOS. Superar psicológicamente un accidente de tránsito a veces resulta complicado. En no pocas ocasiones, los recuerdos del suceso vuelven una y otra vez a nuestra mente, actualizando el trauma e impidiéndonos superarlo.

aprendido. Si no, sería una locura. Pero ¿cómo sabe discernir entre lo que vale la pena consolidar y lo que puede ser descartado?

“Los eventos que tienen una carga emocional son mucho mejor recordados que cualquier otro”, explica Javiera Oyarzún, investigadora del Departamento de Psicología de la Universidad de Nueva York, en Estados Unidos. Por ejemplo, para quienes tienen un hijo, es bastante probable que recuerden todas las cosas relevantes que le hayan pasado.

“Para asegurarse de que no olvidamos la información importante, sea positiva o negativa, se activa la amígdala, y con ella, toda una cascada de sustancias que van a impactar en el hipocampo y que llevan a que la información se codifique”, prosigue Oyarzún. Cuando evocamos ese recuerdo que hemos consolidado, lo

RECONSOLIDACIÓN DE LA MEMORIA

NEURONA 1

NEURONA 2

CONEXIÓN ENTRE NEURONAS

SUBCONJUNTO DE CONEXIONES ENTRE DOS CÉLULAS NERVIOSAS

A) ANTES DEL APRENDIZAJE



B) DESPUÉS DEL APRENDIZAJE



C) RECUPERACIÓN DEL RECUERDO



Según la teoría de la reconsolidación, los recuerdos se codifican a nivel celular a través de una compleja red de conexiones entre las neuronas. El proceso es el siguiente: cuando aprendemos, se establecen nuevas conexiones neuronales para solidificar la memoria (de A a B). Pero al evocar un recuerdo, añadimos nueva información, por lo que dichas conexiones neuronales se vuelven inestables (C). Pasadas seis horas, el recuerdo, más la nueva información, vuelve a restablecerse (D). Todo este proceso puede ser bloqueado a través de medicamentos como el propranolol, lo que hace que no se produzcan las conexiones neuronales (E) y, por tanto, se elimine la información.

D) RECONSOLIDACIÓN NORMAL



E) RECONSOLIDACIÓN BLOQUEADA



que hacemos es añadirle nueva información, y por tanto debe ser almacenado en el cerebro de nuevo. Ésa es la idea de la reconsolidación, que constituiría una cuarta fase de la memoria. Porque nuestros recuerdos no se guardan de manera aislada, sino dentro de una red. En “cajitas temáticas”, podríamos decir de forma muy simplificada.

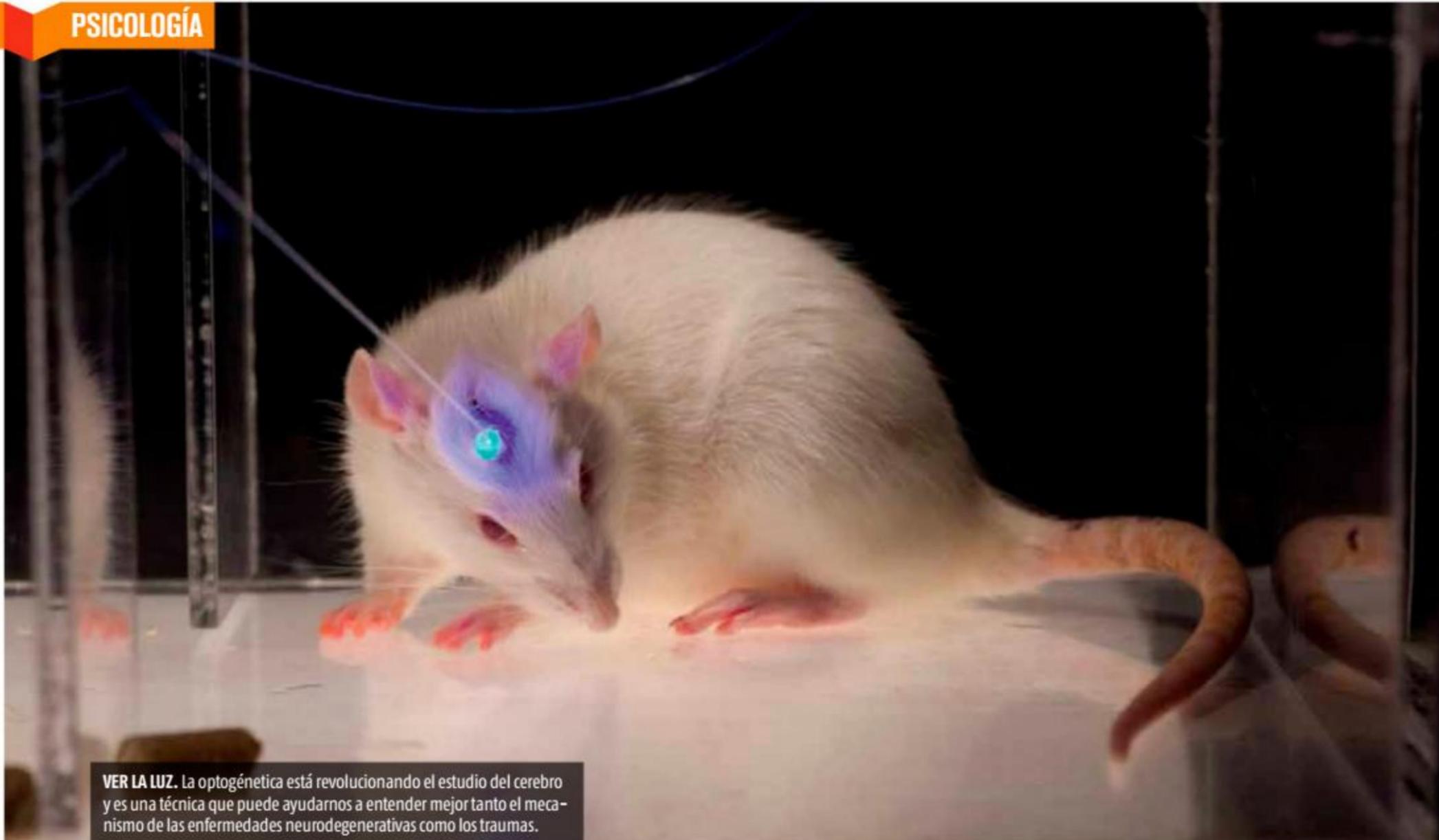
Imaginemos que hemos conocido a una persona nueva y nos ha causado muy buena impresión. A partir de entonces, el recuerdo de ese individuo –que es positivo– quedará guardado en un compartimento en nuestra sesera. Pero ahora resulta que, tras unos cuantos encuentros con él, un día de repente nos hace un desplante grave. Estamos añadiendo información nueva que antes no teníamos, en este caso negativa. El cerebro tiene dos opciones: o bien puede modificar el recuerdo previo o, si el comportamiento ha roto por completo nuestras expectativas, consolidarlo en una cajita independiente.

“Entonces vamos a tener una memoria positiva y una memoria negativa con la misma persona. Y esas dos memorias van a competir cada vez que la veamos. En el fondo, el hecho de que podamos unir todas las memorias relacionadas es lo que hace que tengamos patrones del mundo”, explica Oyarzún.

Para los científicos que investigan el proceso de reconsolidación, lo verdaderamente interesante de que los recuerdos se reescriban una y otra vez es la oportunidad de poder intervenir. En efecto, cuando reactivamos un recuerdo almacenado y le añadimos nueva información, tiene que volverse a producir una síntesis de proteínas para que vuelva a consolidarse, un proceso que tarda aproximadamente seis horas. Tiempo suficiente para que un psiquiatra, por ejemplo, modifique el contenido desagradable de un recuerdo traumático en su paciente. En esta línea, se han llevado a cabo numerosas investigaciones en los últimos años, algunas de ellas curiosas en realidad.

Partiendo de los resultados de Nader con ratas en el laboratorio, Daniela Schiller, neurocientífica de la Facultad de Medicina de Monte Sinaí, en Nueva York, diseñó un experimento para intentar interrumpir el miedo en humanos. Los voluntarios recibían una pequeña descarga cada vez que se les mostraba un cuadrado azul sobre la pantalla de una computadora, y Schiller repitió el proceso hasta que el recuerdo del miedo quedó grabado en sus cerebros. Al día siguiente les bastó con ver el cuadrado –sin llevar aparejada la descarga– para sentir temor. Entonces Schiller los dividió en grupos y, para romper la asociación y enseñarles a superar la sensación de miedo, volvió a mostrarles esa misma imagen muchas veces. Lo que ocurrió al añadir esa nueva información es que los sujetos a los que se les enseñó la secuencia del cuadrado en los 10 primeros minutos siguientes a la recuperación del recuerdo inicial –durante el periodo en que el cerebro estaba reescribiendo su memoria– lograron evocar el recuerdo sin sentir temor; en cambio, aquellos a los que se les mostró seis horas después siguieron teniendo miedo. El estudio, publicado en la revista *Nature* en 2010, ponía de manifiesto que la reconsolidación de la memoria no se daba sólo en ratas.

Por su parte, Emily Holmes, profesora de Psicología en el Departamento de Neurociencia Clínica del Instituto Karolinska de Solna, cerca de Estocolmo (Suecia), se dedica desde hace años a mostrar los efectos que tiene el videojuego Tetris para disminuir



VER LA LUZ. La optogenética está revolucionando el estudio del cerebro y es una técnica que puede ayudarnos a entender mejor tanto el mecanismo de las enfermedades neurodegenerativas como los traumas.

◀ la frecuencia y la intensidad de las memorias intrusivas en personas que han sufrido un trauma. Los experimentos consisten en mostrar a los voluntarios videos de acontecimientos angustiosos. Al día siguiente se les vuelven a enseñar las imágenes para reactivar su memoria y, a continuación, algunos de ellos juegan Tetris durante unos minutos, mientras que otros no hacen nada.

Los resultados demuestran que aplicarse a tareas visoespaciales simples, como sería jugar Tetris, puede distraer lo suficiente como para reducir los síntomas después de un evento traumático. Esta “terapia” ya se ha introducido en algunos hospitales con pacientes de accidentes de tránsito.

Pastilla para la no memoria

Además de los tratamientos cognitivo-conductuales, la farmacología ha abierto también una vía importante para debilitar la carga emocional de un episodio traumático, aunque el recuerdo de lo que ocurrió se mantenga intacto, con sustancias como la morfina, el gas xenón y, en especial, el propranolol. Aunque este medicamento fue desarrollado en la década de los sesenta por el escocés James Whyte Black –premio Nobel de Medicina en 1988– para tratar la hipertensión, en la actualidad también se utiliza para combatir el miedo escénico en artistas y personas que tienen que hablar en público.

Alain Brunet es un psicólogo clínico de la Universidad McGill de Montreal, Canadá, que ha consagrado toda su carrera al estudio del trastorno de estrés postraumático. Ha trabajado, por ejemplo, con personas

El objetivo final no es borrar los recuerdos traumáticos “a la carta”, según Díaz-Mataix, sino eliminar el dolor que producen.

que sufrieron las consecuencias del terremoto en Nepal en abril de 2015 y con víctimas de los ataques terroristas en París en noviembre de ese mismo año. En una primera fase les hizo escribir sobre los peores aspectos de su trauma en primera persona. Enseguida, los sujetos tomaron una dosis de propranolol a intervalos semanales durante seis semanas. En cada ocasión releían sus escritos para reactivar la memoria traumática bajo la influencia de esta sustancia. Aproximadamente dos de cada tres personas se beneficiaron del tratamiento.

También las fobias pueden ser tratadas de la misma manera, como sugieren los trabajos de Merel Kindt. En 2015, el grupo de investigación liderado por esta psicóloga en la Universidad de Ámsterdam (Países Bajos) creó en 40 sujetos un recuerdo de miedo a las arañas; lo hizo enseñándoles fotografías de este animal a la vez que recibían un estímulo doloroso. Al día siguiente se les volvió a exponer a las imágenes. Los participantes que habían tomado propranolol habían aprendido a desligar el recuerdo del temor, a diferencia de los que habían tomado un placebo.

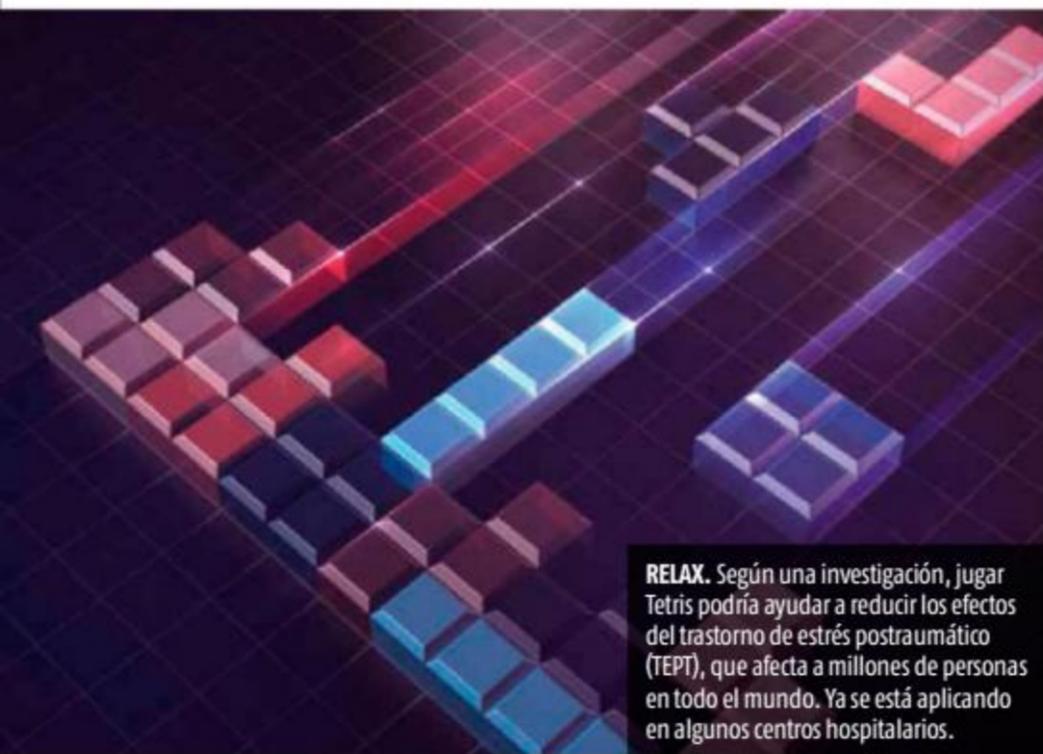
A lo más profundo

¿Pero qué es lo que lleva a alguien a tener miedo a las arañas o al acto de hablar en público? En 2014, en el mismo laboratorio de la Universidad de Nueva York en el

Sabías que...

Para los científicos, lo interesante de que los recuerdos se reescriban una y otra vez es la oportunidad de poder modificarlos.





RELAX. Según una investigación, jugar Tetris podría ayudar a reducir los efectos del trastorno de estrés posttraumático (TEPT), que afecta a millones de personas en todo el mundo. Ya se está aplicando en algunos centros hospitalarios.



TODO UN JUEGO. En el Centro Médico Militar Madigan, de Washington, EUA, un soldado se somete a una terapia con realidad virtual para tratar los síntomas del trastorno de estrés posttraumático (TEPT).

que Nader llevó a cabo sus experimentos, el neurocientífico español Lorenzo Díaz-Mataix identificó los mecanismos cerebrales que convierten las experiencias negativas en recuerdos imborrables durante años. “Para ello, sometimos a decenas de ratas a un pitido de unos 20 segundos, y al final, una pequeña descarga en las patas”,

cuenta Díaz-Mataix. Lo sorprendente no fue que los animales se quedaran paralizados cada vez que escuchaban el sonido, sino que también lo hicieran aunque no recibieran la descarga final. Algo que se comprobó mediante optogenética, técnica que combina métodos genéticos y ópticos para encender y apagar grupos de neuronas del cerebro y que está revolucionando la neurociencia.

En primer lugar, se introducen en un virus genes de algas unicelulares sensibles a la luz y, con ayuda de una cánula, dicho organismo se inserta después en la amígdala de la rata. Una vez allí, los genes son capaces de producir una proteína que funciona como interruptor de la célula, activándola o desactivándola en función de ráfagas de luz enviadas con un láser. “Lo que vimos con el experimento es que, cuando poníamos el pitido a la rata y luego, en vez de darle el *shock* al final, iluminábamos la proteína, tenía miedo. Pero no habíamos presentado ningún estímulo doloroso, sólo la luz. Es decir, simplemente activando las células generas el recuerdo”. Para Díaz-Mataix, la optogenética es una técnica novedosa muy útil porque permite transformar el valor emocional que atribuimos a los recuerdos sin dañar el cerebro.

El objetivo final del estudio de la reconsolidación de la memoria, por tanto, no es “borrar recuerdos a la carta”, como recalca el neurocientífico, “porque entonces perderíamos nuestra identidad”. Después de todo, los recuerdos, sean buenos o malos, constituyen capítulos importantes en la historia de nuestra vida.

“De lo que se trata es de eliminar el dolor que nos produce el recuerdo de acontecimientos traumáticos”, especifica. Algo que la ciencia cada vez está más cerca de conseguir. **M**

PARA SABER MÁS

100% memoria: Cómo funciona la máquina de recuerdos, por Pedro Bekinschtein, 2018.

La importancia del sueño

Una de las preguntas más relevantes en el campo de la memoria es saber cómo seleccionamos las experiencias que serán recordadas en el futuro. En este sentido, un estudio del Grupo de Cognición y Plasticidad Cerebral de la Universidad de Barcelona, España, publicado a finales de 2017 en *The Journal of Neuroscience*, identificó el proceso cerebral que refuerza o debilita los recuerdos de los acontecimientos diarios mientras dormimos. Y es que el sueño es clave para los procesos de consolidación de la memoria.

Para ello, los investigadores, con Javiera Oyarzún como primera firmante (que en la actualidad trabaja en el Departamento de Psicología de la Universidad de Nueva York), utilizaron una técnica que asocia un estímulo sensorial a un recuerdo. Los participantes tuvieron que tomar parte en un juego de memorizar parejas de cartas de animales. Mientras aprendían a localizar la pareja de perros, por ejemplo, los científicos les ponían el sonido de “guau-guau”. De esta manera aprendieron a asociar un estímulo sensorial a un recuerdo. La segunda parte del experimento consistió en ponerles ese sonido mientras dormían, es decir, en reactivarles el recuerdo. Al día siguiente, cuando los sujetos volvían a jugar, recordaban mejor la tanda de cartas que estaba relacionada con aquella que había sido reactivada durante el sueño.

Para Oyarzún, una referente mundial en el campo de la reconsolidación de la memoria, lo que demuestra el estudio es que “el sueño es un estado clave para decidir qué memorias vamos a recordar y cuáles vamos a olvidar”. El cerebro reactiva redes de recuerdos: aquellos elementos de la red que están poco vinculados –los detalles insignificantes– se van a olvidar, mientras que los que están consolidados con fuerza son los que van a mantenerse.



MÉXICO ANTE LA CRISIS CLIMÁTICA

EL FUTURO

QUE NOS

ALCAN

No hay plazo que no se cumpla. Los efectos del cambio climático son ya tangibles en todo el mundo y México es considerada una de las naciones más vulnerables a sus impactos. De cara a la próxima Cumbre del Clima 2019 y con la amenaza tocando a la puerta, ¿estamos preparados para enfrentarla? Si nos logramos adaptar, quizá.

Por Sarai J. Rangel



Z0

Sentado en el pórtico de su casa, don Hipólito Rubio contempla cómo la lluvia cae sobre la cañada del río Necaxa. Es apenas una llovizna, pero basta para intensificar el verdor que tiñe el exuberante paisaje.

Aunque está feliz de que las lluvias regresen a la Sierra Norte de Puebla después de una atípica sequía que puso en riesgo los cultivos, no puede evitar estar preocupado. La humedad y este calor que no se va, dice, no son buena combinación para las cerca de tres hectáreas de café de las que él y su familia dependen.

Hace unos cuatro años casi las vio perdidas cuando el hongo de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) llegó a esta región próxima al municipio de Xicotepéc. Fue un duro golpe para los pequeños productores como él. Los menos afortunados que no lograron rescatar gran cosa tuvieron que migrar a las ciudades para mantener a sus familias. Ése fue el caso de su hijo, al que poco antes le había cedido tierra y cafetales; el mismo Hipólito todavía está lejos de recuperarse del desastre provocado por la “peste anaranjada”.

No es que los campesinos desconocieran la existencia de ésta, una de las enfermedades más destructivas del café a nivel mundial. Fue reportada por primera vez en el país en 1981, en Chiapas, otra importante región cafetalera. No obstante, el voraz hongo culpable de devastar cultivos a lo largo de toda América Latina desde 2008 se había mantenido alejado de las serranías poblanas. Éste prefiere los climas cálidos y húmedos, y la altura a la que aquí se cultiva el café (por arriba de los 800 metros sobre el nivel del mar) no le sienta bien. Por ello había funcionado como un cerco protector contra la plaga. El problema es que desde que el calor se ha asentado aquí la barrera se ha roto.

Mientras le da un trago al refresco de cola que le sirve su mujer, don Hipólito cuenta que hasta hace unos años el clima en este lugar no era tan cálido; tampoco llovía en plena canícula como hoy. Se refiere a los 40 días más calurosos del año: entre el 12 de julio y el 20 de agosto. Pero afuera el agua va y viene; pareciera que trata de restituir los días que se atrasó, disputándoselos al bochorno que sí llegó a tiempo. “El clima anda como descompensado”, dice Hipólito. “Ya no es de fiar para la siembra”.



HISTORIA RECIENTE. Don Hipólito escucha atento a Ninel Escobar del Fondo Mundial para la Naturaleza, quien le explica cómo fue que se originó el cambio climático. Él ha vivido los efectos de la emergencia climática de primera mano, al igual que muchas personas que viven del campo.

Tiene razón. Como en otras partes del mundo, en esta pequeña región de México los patrones de lluvia se han modificado y la causa no es otra que el cambio climático. La crisis climática ya no es más la amenaza futura y distante de la que nos han hablado durante años. Tampoco es una simple “noticia falsa” como repiten sin parar los negacionistas de la ciencia del clima. Cada vez es más obvio que el gran Leviatán de nuestra era está aquí, avanzando implacable mientras desestabiliza todo a su paso.

Quizá por ello, cuando don Hipólito escucha que este fenómeno está detrás de la maraña de transformaciones que desde hace tiempo ha visto acumularse una tras otra (el calor, las lluvias, las heladas a destiempo, la escasez de mangos y flores, la plaga que mata su café) lo acepta sin dudar. “Sí, hay un cambio. Y nos está castigando ahorita”, dice mientras la mirada se le pierde en los matices de la sierra.

El equilibrio se rompe

Para llegar a Xicotepéc basta tomar uno de los económicos autobuses que continuamente salen desde la Ciudad de México. El paisaje indica al visitante su pronto arribo. El marrón de las zonas áridas del centro del país abruptamente cambia por la interminable alfombra que tapiza las cumbres de este bosque mesófilo de montaña, también conocido como bosque de niebla. La bruma abraza el dosel de árboles y le da sentido a su nombre. Espectacular como es, se trata de uno de los ecosistemas más vulnerables del mundo. ➔

1°C

es lo que la temperatura promedio del planeta ha incrementado en el último siglo.

2008

fue considerado el punto de no retorno para evadir los efectos del cambio climático. Ahora es inevitable.



FOTOS: SARAÍ RANGEL

CEREZAS. Tomás Hernández, caficultor de la localidad Las Pilas, en Xicotepec, Puebla, muestra su cultivo de café de sombra. Desde que la roya (*Hemileia vastatrix*), una plaga del café, llegó a esta región, han perdido parte de sus cosechas. Este año han aplicado preventivos naturales que esperan les ayude a resistir.



◀ Históricamente los principales factores de su deterioro fueron la tala, el cambio de uso de suelo, los incendios y la ocupación humana desde épocas prehispánicas. Hoy a todas estas amenazas se suma el cambio climático. La razón es que para mantener sus altos niveles de humedad, este bosque depende de un conjunto muy específico de condiciones climáticas que le permiten extraer el rocío condensado en el follaje y en el suelo. Elimelec Anzures, director del Área Natural Protegida Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, advierte que estas condiciones podrían verse comprometidas si el cambio climático modifica el gradiente de temperaturas en la región.

Lo más probable es que este ecosistema como es ahora desaparezca tarde o temprano, con el peso que eso representa para las plantas, los animales y las poblaciones que viven aquí. “Es como ver una especie próxima a la extinción”, dice el biólogo.

El apicultor Patricio Cano también nota las señales de extinción. Su familia se ha dedicado a las melíferas desde hace tres generaciones. “En lugar de salir a recolectar polen –cuenta–, se quedan en la entrada del colmenar caminando adelante y hacia atrás de forma repetitiva; o dan vueltas alrededor de la caja o entran y salen sin traer nada”. Incluso ha encontrado sus colmenas repletas de insectos muertos cubriendo a la reina.

En principio Patricio no sabía lo que pasaba. “Veía las flores por doquier y pensaba, ¡¿Por qué no van por ellas?!, ¡¿por qué no

SEÑALES. Las floraciones sin néctar ponen en peligro a los polinizadores. Saber si éstos lograrán mantener su vínculo con los cultivos pese al desfase en los gradientes de temperatura es una de nuestras mayores preocupaciones en un planeta dos grados más caliente. Arriba: Panal de abejas meliponas, especie nativa de México. A la derecha: Colmenas de abejas europeas (*Apis mellifera*).

comen?!”. En un arranque tomó una y la engulló... la flor no tenía néctar. Estaba seca.

Cada vez es más común que los árboles y flores en esta región de la sierra no tengan néctar. Este mismo año los árboles de mango han intentado florecer hasta cuatro veces, explica Cano. En ninguna dio frutos. Las dos primeras veces el frío les “pegó”, dice. Las otras dos fue el calor. Él piensa que las plantas del lugar están tratando de acomodarse al nuevo clima. “¿Has visto cómo los gallos se confunden cuando hay un eclipse? Así está la naturaleza. Intenta adaptarse, pero todavía no lo logra”.

Un enemigo al acecho

Parece inverosímil que unas décadas atrás sólo una pequeña parte de la población mundial había escuchado hablar del cambio climático. No así los estudiosos del clima, quienes hace más de un siglo comenzaron a descifrar este monumental rompecabezas impulsados por mera curiosidad. Una vez que comprendieron el delicado equilibrio del que depende el clima de la Tierra y el importante papel que el dióxido de carbono atmosférico juega en todo ello, la alarma se encendió.

El dióxido de carbono (CO₂), un gas incoloro e inodoro compuesto por un átomo de carbono y dos de oxígeno, se halla de forma natural en el ambiente. Es indispensable para la vida en la Tierra pues las plantas lo usan para hacer la fotosíntesis y liberar oxígeno. También es uno de los gases que componen la atmósfera a los que se conoce como gases de efecto invernadero, cuya función es nada menos que regular la temperatura del planeta.

HISTORIA DE UN DESCUBRIMIENTO

El cambio climático es uno de los hallazgos más preocupantes del siglo XX. A continuación, algunos de los hitos que ayudaron a demostrar que el planeta se calienta.

Fuente: history.aip.org/climate/timeline.htm

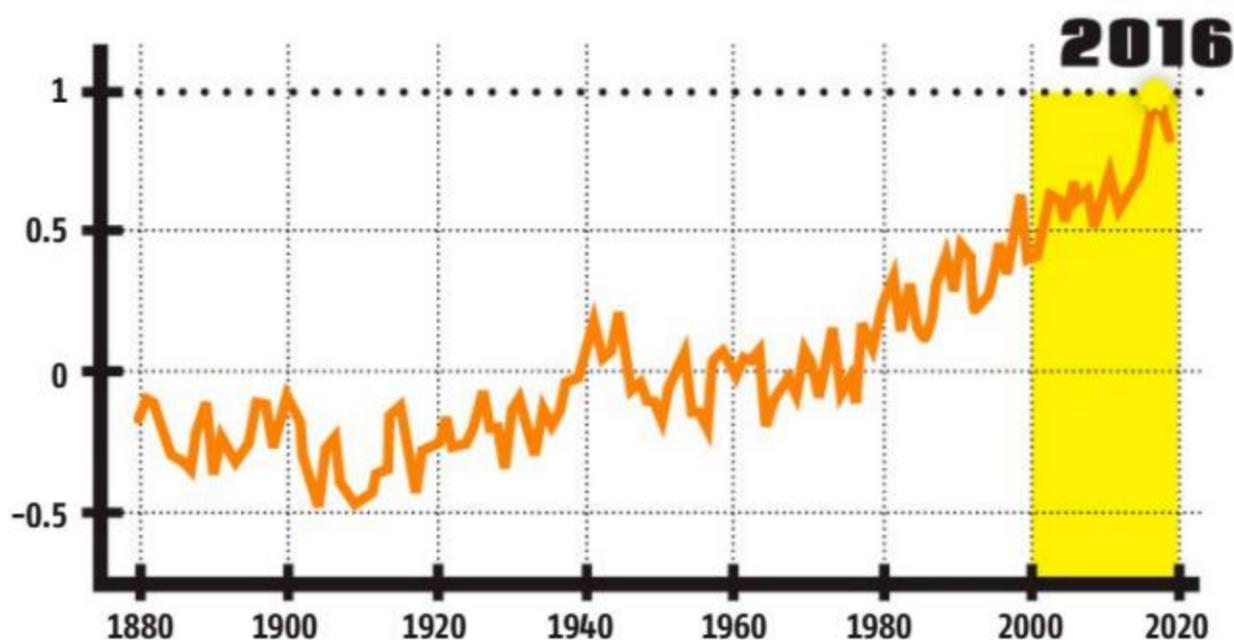
Básicamente permiten entrar a la radiación solar pero no la dejan salir.

Este efecto invernadero ha hecho su trabajo bastante bien: la agradable temperatura promedio de 15 °C que el planeta ha mantenido desde el último cambio climático global –ocurrido en la Edad de Hielo, hace 10,000 años–, permitió prosperar a la vida y a nuestra especie como son. Esta temperatura determina los patrones que siguen las corrientes marinas, los niveles de lluvia, la presión atmosférica, la humedad, que a su vez influyen en el clima de cada región y ecosistema existentes.

Si agregamos o eliminamos una importante cantidad de gases de efecto invernadero (especialmente de CO₂), al cambiar sus concentraciones en la atmósfera podemos aumentar o disminuir cuanta radiación solar queda atrapada en la Tierra y modificar la temperatura global que tan bien nos había tratado; incluso puede desencadenar un nuevo cambio climático que desestabilice el clima del planeta.

Eso ya lo hicimos. En 1960 Charles Keeling, un joven y escrupuloso científico del Instituto Scripps de Oceanografía en Estados Unidos, demostró que el CO₂ estaba aumentando en la atmósfera a un ritmo sin precedentes. Sus mediciones, tomadas a partir del aire puro de la Antártida y de la cima del volcán Mauna Loa, en Hawái, fueron clave para comprender que el dióxido de carbono era la causa del marcado calentamiento del planeta registrado desde 1879 en la temperatura global. A partir de la Revolución Industrial hemos atiborrado a la atmósfera de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero provenientes de nuestras actividades.

La situación es crítica. Desde que Keeling comenzó sus mediciones en 1957, las concentraciones de CO₂ atmosférico han aumentado de 315 partes por millón (ppm) a 410 ppm en 2019, lo que ha incrementado la temperatura promedio mundial alrededor de 1°C.



“En este momento la Tierra está teniendo concentraciones que no había visto en millones de años –dice Ninel Escobar, coordinadora de Adaptación al Cambio Climático y Energía para México del Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF–. Se trata de algo histórico para la humanidad y para la historia del planeta”.

En el último siglo las temperaturas globales se han incrementado de forma continua. Esto se relaciona con el aumento de CO₂ atmosférico.

Un tope de 2 °C

Un solo grado de temperatura ha bastado para que los efectos que los científicos pregonaron por las últimas décadas se presenten: buena parte del Ártico se ha derretido y, como consecuencia, el nivel medio del mar ha subido 19 centímetros en el último siglo. También se ha calentado, lo mismo que varias regiones

410 ppm

cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera en 2019.

INCLUSO SI TODAS LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SE DETUVIERAN DE INMEDIATO, EL CALENTAMIENTO GLOBAL CONTINUARÁ POR DÉCADAS.



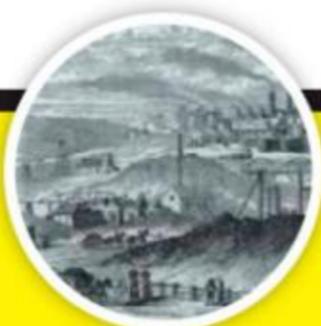
1800-1870

Primera revolución industrial. El carbón, los ferrocarriles y el desmote aceleran la emisión de gases de efecto invernadero. La temperatura global promedio (1850-1890) es de 13.7 °C. El nivel de dióxido de carbono gaseoso (CO₂) en la atmósfera es de 290 ppm (partes por millón).



1859

Se descubre que algunos gases como el CO₂ bloquean la radiación infrarroja. Su aumento o disminución en la atmósfera podría haber causado cambios climáticos en el pasado.



1879

La Organización Meteorológica Internacional, más tarde Organización Meteorológica Mundial, comienza a compilar y estandarizar datos meteorológicos globales como la temperatura.



1896

Svante Arrhenius calcula cómo las emisiones de CO₂ provenientes de las actividades humanas podrían impactar en la atmósfera. Se desestima que nuestras acciones pudieran interferir en el clima mundial.

← terrestres, desencadenando un éxodo de especies a nuevas latitudes donde los patrones climáticos son inciertos. De acuerdo con los modelos climáticos más optimistas –simulaciones por computadora que los científicos usan para hacer proyecciones–, incluso si todas las emisiones de gases de efecto invernadero se detuvieran de inmediato, el CO₂ que enviamos a la atmósfera en el pasado impulsará el calentamiento global por varias décadas más. Mantenernos de brazos cruzados puede ser mucho peor: las modelaciones son incapaces de predecir con certeza qué sucedería con el planeta y con nosotros si permitimos que las temperaturas se eleven por encima de dos o tres grados. El cambio que estaríamos enfrentando seguramente tendría consecuencias catastróficas.

Todavía nos queda un salvavidas al que aferrarnos: a decir de los expertos, puede que tanto los ecosistemas como las poblaciones humanas seamos capaces de adaptarnos a las nuevas condiciones de un escenario de 1.5 °C, incluso dos. No sin titánicos esfuerzos, claro. No sin irremediables pérdidas, por supuesto.

La fecha límite para evitar que las temperaturas sobrepasen los 2 °C y esquivar los peores escenarios es 2030; entre más por debajo de este rango nos mantengamos, menos radicales serán las consecuencias. Para ello, el Acuerdo de París firmado en 2016, en el que México y otras más de 180 naciones se comprometieron a combatir el cambio climático y el aumento de temperaturas, es clave.

Los involucrados del histórico pacto están citados este 23 de septiembre en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, Estados Unidos, durante la Cumbre sobre la Acción Climática. Cada país debe reportar qué ha hecho en concreto para mitigar sus emisiones de CO₂. También compartir sus estrategias de adaptación. El objetivo es ambicioso pero el crucial momento por el que atravesamos lo requiere: reducir los gases de efecto invernadero un 45% dentro de los próximos 10 años y a cero en 2050. El tiempo, está corriendo.

2 °C

Es el tope que los gobiernos mundiales han acordado no sobrepasar. Sólo así se evitarían los peores escenarios del cambio climático.

2050

es el año en el que el Acuerdo de París propone lograr un mundo cero emisiones.

Un país vulnerable

El edificio en el que se aloja el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), una mole de varios pisos al sur de la Ciudad de México, se confunde a la perfección con el arbolado ciudadano. Se podría decir que éste es el centro neurálgico desde el cual México desarrolla la información científica con la cual hará frente a los desafíos del cambio climático.

Hace siete años, el 6 de junio de 2012, nuestro país marcó un hito al ser la primera nación en vías de desarrollo en publicar una Ley General de Cambio Climático. Desde entonces, en torno a este tema ha erigido un gigantesco aparato en el que convergen investigadores, tomadores de decisión, organizaciones sociales e industria, cuyo principal objetivo es mitigar este fenómeno y la adaptación a sus impactos a corto y largo plazo.

Tal despliegue no es fortuito. Nuestra ubicación geográfica en medio de dos océanos podría convertirnos en una diana para los huracanes y tormentas, los cuales ya eran lo suficientemente frecuentes y peligrosos antes, y que por el cambio climático podrían ser aún más catastróficos. El considerado uno de los huracanes más intensos en la historia, Patricia de categoría 5, alcanzó tierra en octubre de 2015. Aunque en un

increíblemente afortunado golpe de suerte se degradó y causó pocas bajas humanas, podría ser la antesala de otros eventos similares.

No aceptar esto es tentar a la suerte. Tenemos otras preocupaciones también. Una serie de fenómenos podrían presentarse (o ya lo hacen) en todo el país. Hasta el momento, los escenarios sugieren un aumento de temperaturas general que puede ser peor en el noroeste y afectar seriamente a los ecosistemas marinos, donde el calor ya merma a la fauna. En el sur, en la zona de Quintana Roo y Yucatán, el aumento del nivel del mar podría empezar a ganarnos terreno. Eventos extremos como inundaciones, granizadas o lluvia serán más comunes. En grandes urbes como la Ciudad de México, Monterrey y otras que ya presentaban temperaturas altas, las olas de calor serán algo de qué cuidarse. Si a todo eso se suma que tenemos una topografía accidentada, gran cantidad de islas y ecosistemas únicos en el mundo sometidos a estrés hídrico, contaminación, deforestación, suelos debilitados y aglomeraciones de población en condiciones económicas muy desiguales, resulta visible →



1930

Las mediciones muestran una tendencia al calentamiento mundial desde finales del siglo XIX. Se considera un ciclo leve y posiblemente con causas naturales.



1938

Basado en las mediciones de CO₂, Stewart Callendar afirma que un calentamiento del planeta causado por el efecto invernadero está en marcha. No se cree que sea nocivo.



1956

Investigaciones muestran que, contrario a lo pensado, las emisiones de CO₂ pueden acumularse en la atmósfera y fungir como una posible causa del calentamiento.



1957

Roger Revelle descubre que el CO₂ producido por las actividades humanas desde el siglo XIX no está siendo absorbido por los océanos.



1960

Charles David Keeling mide con precisión el CO₂ en la atmósfera de la Tierra y detecta un aumento anual. El nivel ya es de 315 ppm.



6

LEVIATÁN CLIMÁTICO

El cambio climático no ocurre de manera aislada sino que es una fuerza que interactúa con otras amenazas como el deterioro ambiental, la sobreexplotación de recursos y la desigualdad social.

1. Campesinos implementan técnicas de irrigación para mantener sus cultivos en el Valle de Tehuacán. **2.** Manifestantes en la Ciudad de México piden al gobierno combatir el cambio climático (2009). **3.** Las sequías se extienden en todo el país. **4.** El huracán Patricia de 2015, uno de los más poderosos registrados. **5.** Caravana migrante avanza sobre México. Algunos procesos migratorios pueden tener un componente de cambio climático. **6.** Las altas temperaturas durante la temporada de calor han provocado frecuentes incendios.



1967

Se sugiere que la duplicación del CO₂ elevaría la temperatura mundial un par de grados. Se vislumbra un colapso en el hielo de la Antártica que incrementaría el nivel del mar.



1971

Por primera vez científicos líderes alertan que el actual cambio global es causado por los humanos y ocurre a una velocidad anormal.



1972

Estudios en núcleos de hielo y otras pruebas permiten ver que grandes cambios climáticos ocurrieron en el pasado pero en espacios de 1,000 años, no siglos.



1985

El metano y otros gases de efecto invernadero como los cloro-fluorocarbonos (1975) aceleran el calentamiento; éste podría llegar el doble de rápido de lo previsto.



1987

El Protocolo de Montreal impone restricciones internacionales a la emisión de gases destructores del ozono. La deforestación se considera un actor importante en el futuro del clima.



AUMENTOS DE LA TEMPERATURA GLOBAL DE LA ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS

◀ el porqué somos un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. También, por qué la adaptación se ha convertido en un asunto crucial. No sólo es parte de los compromisos internacionales sino que es la única alternativa que tenemos para no sacrificar demasiado en este nuevo orden mundial.

Para “desarrollar estrategias efectivas y actuar en términos de adaptación al cambio climático, es importante hacer una caracterización de la vulnerabilidad ante los posibles impactos del cambio climático”, dice Margarita Caso, coordinadora general de Adaptación al Cambio Climático del INECC. Un primer paso para saber a qué nos enfrentamos es el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC).

Esta herramienta recientemente publicada en línea permite conocer el grado de vulnerabilidad en cuanto a población, infraestructura, actividades económicas y sistemas naturales de cada uno de los 2,458 municipios que existen en el país. Basta entrar al sitio, elegir una temática (vulnerabilidad a inundaciones, dengue,

SABÍAS QUÉ...

El sargazo es de los inesperados efectos que puede tener el cambio climático. Esta macroalga forma una capa que obstaculiza la penetración de la luz a la columna de agua e impide la fotosíntesis de organismos acuáticos.

deslaves...) y seleccionar el municipio de interés para ver su estado reflejado en un mapa.

Aunque apenas está en su primera fase, se espera que el atlas ayude a evitar en la medida de lo posible la incertidumbre de lo que podría ocurrir en un contexto de cambio climático. “Sabiendo esto de antemano es más fácil buscar soluciones”, dice Daniel Iura González, director de Análisis y Servicios Ambientales Hidrológicos para la Adaptación del INECC.

Daniel Iura forma parte del equipo que desarrolla este compendio, el cual también se planea que brinde recomendaciones para aumentar la adaptación de las comunidades. “Nos interesa que el público en general lo conozca, luego que lo usen a nivel municipal y estatal, y que sirva realmente para la toma de decisiones porque para eso fue elaborado. Toda esta información tiene poco sentido si no se usa”, dice. Contar con una brújula como ésta para no ir a ciegas contra el clima extremo es un gran avance. Al final, lo que está en juego es la supervivencia. ▶



1988

Se establece el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La cobertura sobre el calentamiento global en medios noticiosos aumenta.



1990

El primer informe del IPCC afirma que el mundo se ha estado calentando desde principios de siglo y que un cambio climático futuro parece probable.



1995

Segundo informe del IPCC: el efecto invernadero efectivamente podría ser causado por el ser humano. Los efectos en las regiones polares son cada vez más visibles.



2000

La industria acepta las evidencias del calentamiento y detiene la campaña en su contra emprendida desde los años 70; algunas siguen negando el problema.



2001

El IPCC afirma que el calentamiento global, sin precedentes desde el final de la última edad de hielo, es “altamente probable” y tendrá impactos futuros muy dañinos. Fin del debate.

FOTOS: GETTY IMAGES



TEMPERATURAS EXTREMAS



DERRETIMIENTO DE LOS GLACIARES



CAMBIOS EN LOS PATRONES DE LLUVIA



SEQUIÁS



INUNDACIONES



AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR



CAMBIO EN LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES



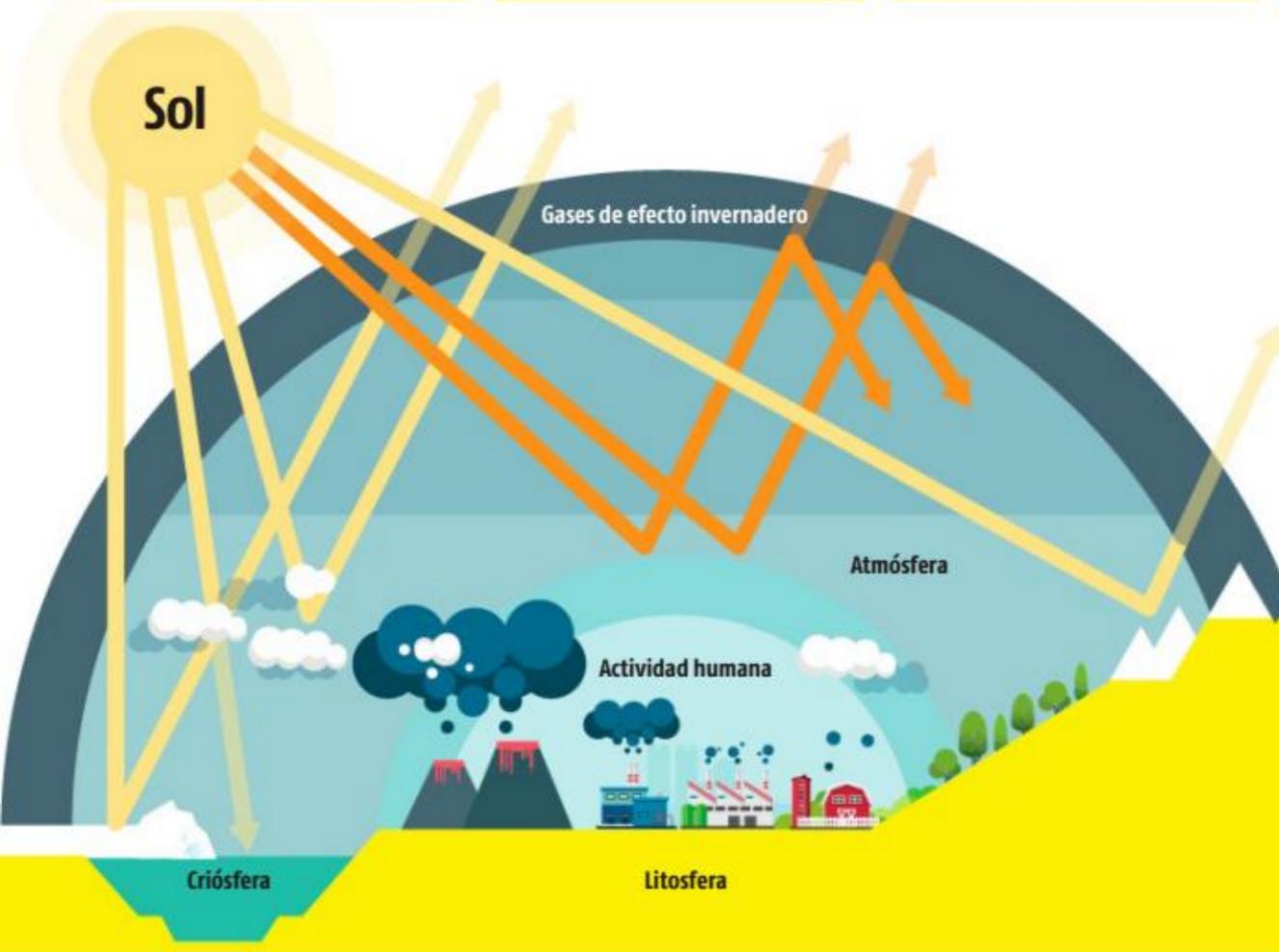
DESACOPLAMIENTO DE LOS PROCESOS BIOLÓGICOS



ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS



INCREMENTO EN LA INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE TORMENTAS Y HURACANES



Reacción en cadena

El cambio climático es la variación del clima provocada de manera natural o por la actividad humana. Éste se produce a partir del efecto invernadero. El CO₂ que generan las actividades humanas se concentra en la atmósfera y forma una pared que mantiene la radiación solar atrapada. Esto hace que la Tierra se caliente y altera el clima del planeta. Sus impactos son cada vez más evidentes y van en aumento.

EL CLIMA SE PRODUCE POR LA INTERACCIÓN ENTRE LA ATMÓSFERA, LOS OCÉANOS, LAS CAPAS DE HIELO, LOS CONTINENTES Y LOS SERES VIVOS.



2005

Entra en vigor el tratado de Kioto redactado en 1997; compromete a las naciones a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Estados Unidos lo rechaza.



2007

El cuarto informe del IPCC advierte que los efectos graves del calentamiento se han vuelto evidentes. Queda un año para evitar sus efectos futuros.



2009

La conferencia de Copenhague fracasa: fin de las esperanzas de evitar el cambio climático. Sus impactos son más comunes a lo largo de la siguiente década.



2015

El colapso de la capa de hielo de la Antártida es irreversible. Acuerdo de París: casi todas las naciones se comprometen a mitigar sus gases de efecto invernadero.



2018

La temperatura global promedio es de 14.7 °C, la más cálida en decenas de miles de años. El nivel de CO₂ en la atmósfera es de 405 ppm, el más alto en millones de años.

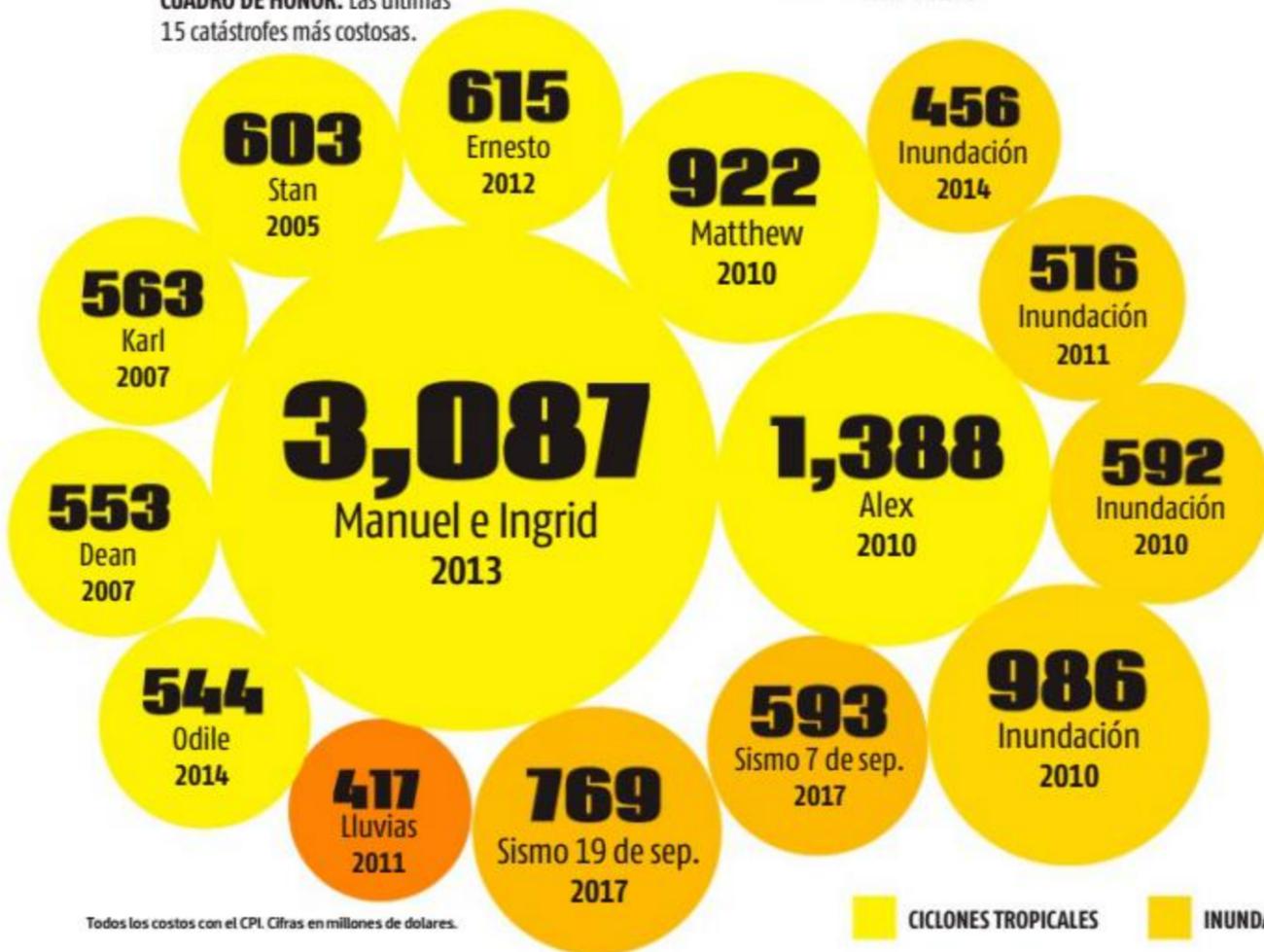
Vulnerabilidad al incremento en distribución de dengue



Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves



CUADRO DE HONOR. Las últimas 15 catástrofes más costosas.



GRAN PRECIO. Porcentaje de costos por tipo de desastre.

Entre dos mares

Por su ubicación entre dos océanos, México es sumamente vulnerable a los impactos por desastres meteorológicos, los cuales se verán exacerbados como consecuencia del cambio climático.



◀ Aprender a adaptarse

En el municipio de Xicotepéc, como en el resto del país, la adaptación también puede ser la única manera de evitar que la gente pierda sus medios de vida. De no hacer algo pronto las matas de don Hipólito y las abejas melíferas de Patricio podrían formar parte de las numerosas bajas en esta lucha por adaptarnos.

Sentada en el umbral de la puerta, Ninel Escobar les suelta la cruda verdad: “Debemos entender que el clima está cambiando y que ya no va a ser nunca como era antes. Tenemos que empezar a arreglárnoslas”.

El trabajo de esta economista especializada en temas ambientales es investigar cómo el cambio climático impacta en las poblaciones y ayudar a diseñar proyectos para disminuir sus repercusiones en la gente. Esto puede significar desde cambiar un cultivo por otro, mover la siembra de lugar o plantar árboles.

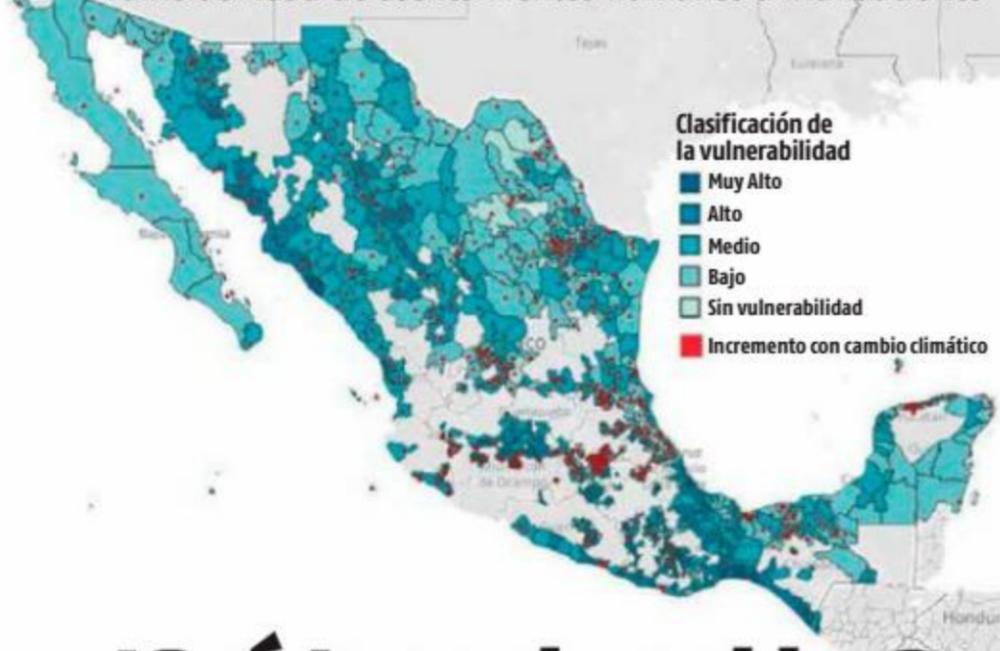
De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, entre 1999 y 2017, por cada desastre geológico hay 14 relacionados con el clima y su costo ha sido 10 veces mayor.

En el caso del café, uno de los remedios es probar otras maneras en que se cuida a la planta para que no le crezca el hongo o cambiar las matas por variedades más resistentes. “Por ejemplo, la robusta, tiene más resistencia al calor, aunque no da un café de calidad y por lo general es usada para café instantáneo”, explica Ninel. También promueven el café de sombra en el cual los cafetales se insertan en el terreno junto con la vegetación natural. Este método de cultivo tradicional evita la deforestación y ayuda a que el suelo mantenga una temperatura y humedad estable gracias a la protección de los árboles.

Por muchos motivos el café es sumamente vulnerable. Además de que la roya ha ganado el premio mayor de la lotería climática –distinción que comparte con las medusas y el sargazo; el calentamiento global no sólo no les afecta, les beneficia–, su cultivo, sabor y

GRÁFICOS Y MAPAS: ELABORACIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones



¿Qué tan vulnerables?

El Atlas de vulnerabilidad al Cambio Climático permite a cada municipio conocer a qué es vulnerable, por qué y lo más importante, cómo reducir esa vulnerabilidad. Atiende problemáticas muy particulares para dar recomendaciones puntuales. Arriba, ejemplo de tres de estos mapas elaborados por el INECC.

83%
METEOROLÓGICO



EL CAMBIO CLIMÁTICO ha generado un aumento en la temperatura media del mar. Esto tiene repercusiones sobre la vida marina. En la imagen, un abulón azul.

calidad dependen de condiciones ambientales muy específicas las cuales sólo se dan en un puñado de países (la mayoría en América Latina). Pero conforme cambien los patrones climáticos casi todos esos lugares que hoy son aptos para él, dejarán de serlo hacia 2050. Esto es malo para cualquiera que tenga una variabilidad genética –la caja de herramientas que dado el caso ayuda a una especie a adaptarse y sobrevivir– tan reducida como la suya: sólo existen dos especies, robusta (*Coffea canephora*) y arábica (*Coffea arabica*). ¿Podría ser peor? Su producción necesita de la polinización de las abejas...

No es momento de decirle adiós a este grano. Hay una máxima en la dinámica del cambio climático: quita, pero también da, y nuevas áreas de cultivo estarán disponibles. Por ejemplo, en Chiapas, zonas a mayor altura libres de roya comenzaron a ser viables para el café. El problema es que mientras los cafetales se recorren, la biodiversidad original de las zonas altas ahora está amenazada. “¿A dónde van a ir?. No pueden subir más”, dice

Ninel. Por otra parte, es poco probable que los pequeños cafetaleros –que conforman el 80% de los productores en toda América Latina– tengan los recursos para comprar más tierras de cultivo.

Aunque no será sencillo no podemos darnos por vencidos. Otro enfoque efectivo para hacer frente a la emergencia es la adaptación basada en ecosistemas: aprovechar los servicios ecosistémicos que nos brinda la naturaleza, esa que paradójicamente nos hemos dedicado a socavar. Siguiendo esta línea incluso en industrias tan afectadas como la pesquera, que se enfrenta a la pérdida de muchas especies importantes para el mercado nacional, hay casos exitosos de adaptación que sirven como ejemplo a seguir.

En Baja California la implementación hace casi una década de planes de manejo sustentable en especies como el abulón (*Haliotidae*), molusco muypreciado en el mercado internacional, demuestra cómo la organización social de la comunidad que está a cargo de los recursos puede funcionar. Agrupados bajo la Federación de Cooperativas Pesqueras (FEDECOOP), sus estrategias se basan en investigación científica que ellos mismos financian o proviene de organizaciones civiles. Ahora que el número de abulones ha disminuido notablemente por el aumento de la temperatura del mar, los “plantan” para mantener la producción a flote. “Con un buen manejo las pesquerías que ya son sostenibles están resistiendo mejor los impactos del cambio climático”, dice el investigador en recursos pesqueros Andrés Cisneros, de la Universidad de Columbia Británica, en Canadá. “Eso no significa que sólo con ello se vaya a evitar todo el impacto del calentamiento global, pero es un muy buen comienzo”.

Con todo, hasta ahora la solución ganadora para hacer frente al cambio climático es la diversificación: que el sustento de las personas y de las comunidades no dependa de un solo recurso. “Hay gente que sólo siembra una cosa y apuesta todo en esa cosecha. En cambio quienes siembran varios tipos de cultivos, tienen animales o consiguen trabajos secundarios, como transportar mercancías, soportan mejor los embates del clima”, explica Ninel. “Si les va mal en la cosecha, aún tienen posibilidades de sostenerse”. Patricio, por ejemplo, además de ser apicultor, es guardabosque de una reserva, siembra café y es vigilante ambiental. Entre ambos le dan ideas a Hipólito sobre cómo salvar sus sembradíos y emprender nuevas fuentes de ingresos.

A la mitad de la conversación Hipólito pregunta cómo inició todo este cambio en el clima. Ninel, que distraídamente había estado acariciando a unos regordetes polluelos, lo mira, retrae las manos al cuerpo y lentamente comienza a relatar la historia de cómo la contaminación que los seres humanos generamos ayudó a calentar la atmósfera y desestabilizó el clima. La manera en que él la observa recuerda a alguien que recién se entera de la gravedad de un familiar. Al fin comprende que por eso sus cafetales sufren tanto y quizá pronto los pierda. Ante esta escena es inevitable no recordar que gran parte del problema que lo aqueja no lo originó su austero modo de vida. Patricio pone el dedo en la llaga: “Fueron las grandes ciudades. No se dan cuenta de lo que pasa en el ambiente. Ellos contaminan y nosotros somos quienes pagamos el precio”. **M**

PARA SABER MÁS

history.aip.org/climate/index.htm, sitio web creado por Spencer Weart, autor de *The Discovery of Global Warming*, Harvard University Press, 2008.

ISLAS MARIÁS: DE PENAL A REFUGIO DE VIDA

MUROS DE AGUA



La mayor isla del archipiélago se sumará a la lista de centros de reclusión transformados en parques ecológicos. Ante el riesgo que conlleva su apertura al público, sólo medidas estrictas preservarán su rica biodiversidad.

Por Guillermo Cárdenas Guzmán

Al día siguiente de su llegada a Puerto Balleto, en la isla María Madre, el ornitólogo Eduardo E. Íñigo estaba listo para la revista matutina ante las autoridades de la colonia penal federal a la que debían acudir todos los habitantes del lugar: reos, visitantes, personal militar y de seguridad pública.

Aunque no purgaban condena alguna, quienes como él llegaron junto con nuevos reclusos a bordo del buque Maya de la Secretaría de Marina, procedentes de Mazatlán, de alguna manera también se sentían confinados en esa cárcel sin mullas, un paraíso agreste de clima seco, costas rocosas y paisajes llenos de contrastes.

Era el año 2008. Eduardo había acudido con otros científicos a realizar muestreos de biodiversidad pero sus pensamientos volaban como las aves que pretendía capturar con su cámara, al imaginar el amasijo de historias que encerraba la prisión en la mayor de las Islas Marías. La fama de la fortaleza como penal se mezcla con el imaginario popular al ser escenario de películas protagonizadas por Pedro Infante y de la novela *Los muros de agua*, del escritor José Revueltas, uno de sus distinguidos moradores cuando lo apresaron en la década de 1930. ➔

Reinas del Pacífico

El archipiélago se ubica 132 kilómetros al oeste del puerto de San Blas, en Nayarit y ocupa un área terrestre y marítima de 641,284 hectáreas. Fue establecido como complejo penal por Porfirio Díaz en 1905 y funcionó hasta 2019. Al decretarse el cierre se alojaban en él ocho campamentos con un total de 600 reos de baja peligrosidad. Fue declarado Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera en el año 2000 y en 2005 la UNESCO lo incluyó entre 244 islas, isletas y zonas costeras considerados Patrimonio Mundial de la Humanidad. Desde 1999 es clasificado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves. **M**

Isla San Juanito

Es la más pequeña, de relieve plano y la que ha sido menos estudiada del archipiélago.

Entre ellos hay bosques tropicales, selvas secas, manglares, matorrales y arrecifes.

Isla María Madre

Por sus condiciones ambientales es la única que aloja poblaciones humanas permanentes.

Historia de un edén único

Los ecosistemas de las Marías alojan numerosas especies y subespecies de flora y fauna que no existen en ningún otro lugar (son endémicas), por lo cual constituyen un filón de gran relevancia para la investigación científica en diversas áreas, como la biología, la zoología y la ecología. Su riqueza no sólo es biológica y ambiental, sino también económica y cultural.

Aunque estas islas tuvieron varios propietarios -desde la Colonia, Hernán Cortés y Nuño de Guzmán reclamaban su posesión, que nunca fue reconocida-, en 1905 la señora Gila Azcona las vendió al gobierno federal en 150 mil pesos.

SABÍAS QUE...

Estas islas en el noroeste de México superan en endemismos a las Galápagos (Ecuador). Tienen 50% más plantas y vertebrados endémicos por km².



ESPECIES



LORO DE LAS ISLAS MARÍAS
(*Amazona oratrix tresmariae*, subespecie endémica)
Estatus: En peligro de extinción



BOBO PATAS AZULES
(*Sula nebouxii*)
Estatus: Sujeta a protección especial



IGUANA NEGRA
(*Ctenosaura pectinata*, especie endémica)
Estatus: amenazada



MANGLE ROJO
(*Rhizophora mangle*)
Estatus: amenazada



GUAYACÁN O ÁRBOL SANTO
(*Guaiacum coulteri*)
Estatus: sujeta a protección especial

El aislamiento por más de ocho millones de años ha contribuido a conservar en buen estado sus ecosistemas terrestres, costeros y marinos, que son muy variados.

Isla María Magdalena

Posee una planicie costera donde se localiza la mayor playa arenosa del archipiélago.

Isla María Cleofas

Tiene las pendientes más pronunciadas, que pueden alcanzar los 350 metros de altitud.



Tras ese primer pase de lista, Íñigo y su equipo se enteraron de que en la noche previa hubo un saqueo en la bodega de alimentos, trasladados a la isla en el propio buque de la Marina en el cual ellos mismos viajaron. Faltaban varios sacos de azúcar y arroz, así como la carga de levadura que sería utilizada para la panadería, uno de los oficios que practicaban los internos, agrupados por campamentos.

Los científicos se preguntaron para qué querría alguien un botín tan singular: algunos reos utilizaban tales insumos para producir clandestinamente una bebida alcohólica similar al sake japonés, que después era vendida –también de forma ilegal– en la colonia penal. Los tambos y tuberías de metal viejos y oxidados, que luego encontraron esparcidos en lo profundo de la selva durante sus muestreos, confirmaron dicha versión.

No fue el único caso de actividades ilícitas que Íñigo, exinvestigador asociado del Departamento de Ornitología de la Universidad de Cornell (Nueva York), conoció durante su estancia en tan singular ubicación. En otro de sus recorridos constató que muchos de los reos dedicados a las artesanías fabricaban cinturones y otros objetos con piel obtenida de la caza irregular de la boa constrictor, una de las especies más emblemáticas de Islas Marías.

Además de la contaminación que genera la actividad humana en las zonas costeras por descargas de drenaje y plásticos, desde 2010 hemos visto crecer el impacto que provoca la pesca en las Marías:

Octavio Aburto Oropeza, Universidad de California en San Diego.

Un peligro insospechado

Por su largo historial de casos de tortura, abusos policiacos e intentos fallidos de escape sofocados a balazos por las autoridades del penal, por la furia de las olas del Pacífico o el hambre de los tiburones, los mismos internos calificaron a la isla María Madre, la única habitada del archipiélago de las Marías, como “la tumba del Pacífico”. Pero pronto la “tumba” dejará de serlo y se transformará en un parque recreativo y cultural que podrá ser visitado por el público.

Aunque esta nueva atracción estará a cargo de las autoridades ambientales, Eduardo y otros biólogos marinos, ecólogos y ornitólogos que han hecho investigación científica en ese sitio están preocupados. Saben que la presencia humana ha resultado, de forma directa o indirecta, letal para muchas especies nativas en el pasado. Las repercusiones que el turismo puede tener sobre este ecosistema son impredecibles.

Aunque la mayor parte de los reos ya fueron trasladados a otros centros penitenciarios y los empleados también serán reubicados, la presencia humana en la isla continuará de forma temporal o permanente. Y esto, a decir de los especialistas, afecta a las especies que habitan ecosistemas marinos, costeros y terrestres de la zona, los cuales constituyen un reservorio de gran valor biológico, económico y cultural.

También genera presión por la demanda de recursos y facilita la introducción de especies foráneas como ratas, gatos, cabras y borregos que compiten o depredan a las locales. ➔



LEÓN MARINO DE CALIFORNIA
(*Zalophus californianus*)
Estatus: sujeta a protección especial



COFRE MOTEADO
(*Ostracion meleagris*)
Estatus: en ninguna categoría de riesgo



ORCA PIGMEA
(*Feresa attenuata*)
Estatus: sujeta a protección especial



TORTUGA GOLFINA
(*Lepidochelys olivacea*)
Estatus: en peligro de extinción



CONEJO DE TRES MARÍAS
(*Sylvilagus graysoni*, especie endémica)
Estatus: en peligro de extinción

FOTOS: GETTY IMAGES; GROSBY GROUP; ROSALINDA MEDINA LEMOS / CONABIO; ZABDIEL ADEMAR PERALTA / CONABIO

Fuentes: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Islas Marías; Estatus de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2001



◀ Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), 75% de las extinciones en las islas han ocurrido por el impacto negativo de estas especies exóticas. Tales amenazas han llevado al gobierno mexicano, junto con diversas instituciones y asociaciones civiles, a emprender acciones para proteger este tesoro natural. Por ejemplo, en 2000 la zona de las Marías fue designada Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera. Y en 2012, la Estrategia Nacional para la Conservación y Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano catalogó al archipiélago como área que requiere atención prioritaria debido a tres grandes amenazas: presencia de especies invasoras, extracción ilegal de flora y fauna y manejo de infraestructura.

Sin embargo, en vista de que la zona será abierta al público, algunos expertos consideran que estos esfuerzos deberán multiplicarse para garantizar la adecuada protección de especies y subespecies que habitan allí, incluyendo algunas endémicas como el loro cabeza amarilla y el mapache de las Islas Marías, la iguana negra o la tortuga golfina.

Los arrecifes coralinos son otra de las piezas clave para mantener el equilibrio de los ecosistemas. A diferencia de los de otras regiones, los que habitan en el Golfo de California están formados por corales duros y abanicos de mar. “Estos constituyen el hábitat de muchas especies de vertebrados, peces, pulpos y langostas”, refiere el investigador Octavio Aburto Oropeza, del Instituto de Oceanografía Scripps en la Universidad de California en San Diego, Estados Unidos.

Peligro a la vista...

Como en otras islas de México, en las Marías abundan los grupos de valor comercial para las pesquerías, como moluscos, crustáceos y calamares, entre muchos otros. Aunque las estimaciones varían, ciertos estudios han reportado más de 300 especies de peces en la zona de reserva, algunas muy bien cotizadas en los mercados como sardina, cabrilla, palometa, huachinango, bota y botete.

Estos productos marinos constituyen un gran “cebo”... pero no para peces. Aunque cerca de las islas sólo se permite la pesca de supervivencia, es decir, la que practican las comunidades originarias sin fines de explotación, explica Aburto, algunos grupos de pescadores se adentran en el área protegida y hacen capturas intensivas que comercializan.

Ése no es el único problema que enfrenta este ecosistema. “Además de la

ABUNDANCIA. Diversos estudios han reportado más de 300 especies de peces localizadas en la zona de Reserva, muchas de ellas de gran valor comercial.

contaminación que genera la actividad humana en las zonas costeras por descargas de drenaje y plásticos, desde 2010 hemos visto crecer el impacto que provoca la pesca en las Marías”, afirma el biólogo marino, quien ha estudiado esos ecosistemas apoyado en el uso de drones, GPS y tecnologías de monitoreo.

Antes del cierre del penal, comenta Aburto en entrevista telefónica, existía un radio de seguridad de poco más de nueve kilómetros (cinco millas náuticas) alrededor de la isla María Madre y el islote San Juanito, zona donde las embarcaciones no podían aproximarse; pero al eliminarse la restricción, las comunidades de pescadores ahora pueden acercarse con facilidad.

Durante su última visita al archipiélago en 2018, el científico y sus colegas observaron una elevada mortalidad de caracoles y especies sésiles (corales, algas, esponjas) asociada con la presencia frecuente de pescadores, que capturan ejemplares o les provocan daños. Aburto atribuye esta mortalidad al vacío en la vigilancia policiaca que se dio en las Islas Marías entre 2010 y 2018 por cuestiones administrativas del gobierno federal.

Mientras más cercanos se encuentren estos ecosistemas marinos a las poblaciones humanas, mayor es la presión a la que están sometidos, reconoce el científico. Esta trágica historia podría repetirse o magnificarse tras su apertura al turismo.

Antonio Ortiz-Alcaraz, director del proyecto Islas del Golfo de California del Grupo de Conservación y Ecología A.C., coincide en que la pesca sin control, al lado de la introducción de especies exóticas, constituyen las peores amenazas en las cuatro islas:

“Al menos existen 20 especies exóticas invasoras, entre ellas las que servían para la ganadería en la isla María Madre, como vacas, ovejas, cabras o burros, además de miles de gatos, que depredan fauna nativa, como aves, conejos, lagartijas y palomas”.

En otras islas, como María Magdalena y María Cleofas, añade Ortiz, las cabras consumen toda la vegetación de hasta 150 centímetros de altura; esto es, afectan a las plántulas e impiden con ello la regeneración de los bosques.

Ante este panorama, el biólogo, que ha dirigido proyectos de restauración en diversas islas del Golfo de California, considera necesario recopilar más información sobre estas interacciones entre las especies, además de establecer un programa de bioseguridad con mecanismos de protección bien definidos, antes de organizar visitas a la isla principal.

Sabías que...

En 2010, Islas Marías fue declarada Reserva de la Biosfera por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.



Apertura riesgosa

Eduardo Íñigo se preocupa de que la historia de depredación de especies perpetrada por los primeros humanos que llegaron a las islas del Pacífico se repita. Recuerda el caso de las tortugas golfinas que ya eran cazadas por los piratas desde el siglo XVI, pues la carne salada de estos reptiles migratorios, ahora en peligro de extinción, les servía como alimento.

Hoy, aunque las colonias humanas establecidas en la isla María Madre son relativamente pequeñas, su impacto sobre los ecosistemas es enorme, justo por todas las condiciones de aislamiento de ese territorio.

“Esto es una amenaza para todo el archipiélago, pues implica la modificación del uso de terrenos, lo que trae como consecuencia cambios en el uso y manejo de recursos, algunos de ellos muy críticos como el agua dulce”, amplía el también consejero de la iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte de la Conabio.

Íñigo menciona que, a diferencia de otras islas en América, como las Galápagos, que cuentan con manantiales, en el caso de María Madre sólo se conserva un arroyo en la parte norte, mismo que era aprovechado para labores de riego y abasto de agua en uno de los campamentos que funcionaba antes del cierre del penal. Como el flujo que provee ese arroyo resultaba insuficiente para satisfacer la demanda de agua de las alrededor de 600 personas (entre reos y custodios) que habitaban ahí, el resto del abasto se cubría con agua traída de la zona continental con apoyo de buques de la Secretaría de Marina mexicana. Esta escasez de agua, advierte Íñigo, “es uno de los mayores retos que implicaría abrir al público un sitio como éste”.

Por ello, el investigador considera pertinente que se promuevan visitas bien controladas a la isla principal, utilizando programas de manejo y conservación tal como se hace en los santuarios de la mariposa monarca (Michoacán) y de la ballena gris (California).

Cápsulas del tiempo

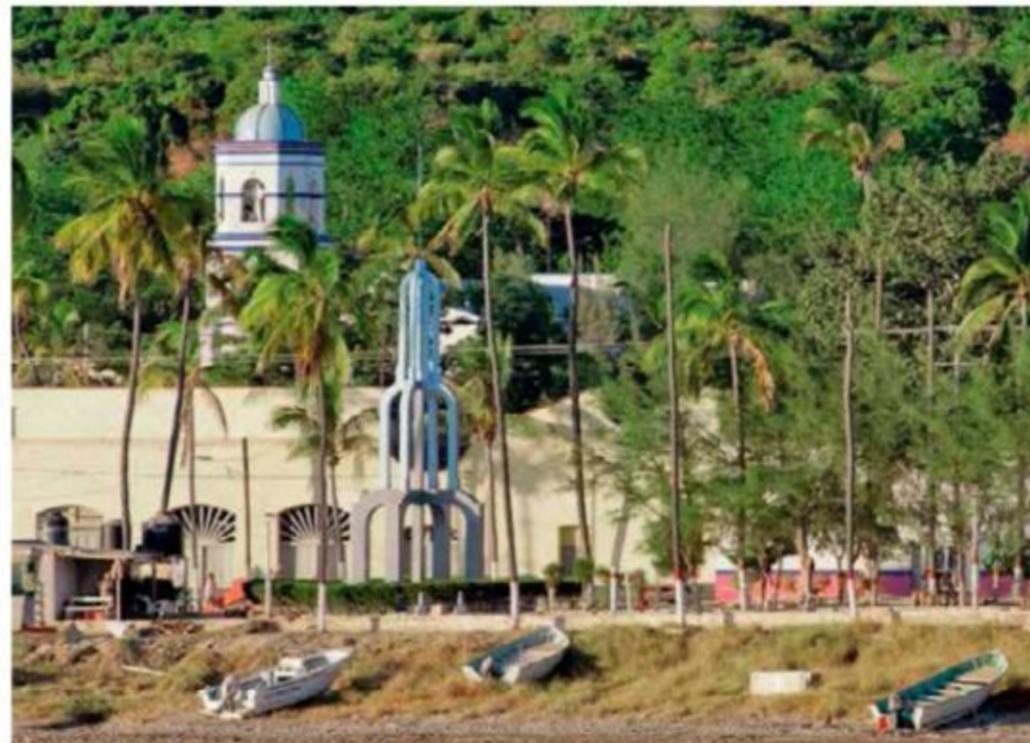
Un reporte publicado este año en *Nature* anticipa que si las demandas para reforzar las medidas de protección en la isla María Madre resultan exitosas, ésta podría sumarse a la larga lista de centros de reclusión transformados en reservas naturales de América.

Estos sitios, además de preservar la biodiversidad, funcionan como auténticas “cápsulas del tiempo”, pues muestran cómo lucían sus ecosistemas antes de que los seres humanos los transformaran de forma radical y permiten realizar investigaciones científicas sobre la permanencia y los cambios en las especies.

Algunos ejemplos son la isla Gorgona (Colombia), que funcionó como cárcel hasta 1984; Coiba (Panamá), cuya colonia penal operó hasta 2004; Guantánamo (Cuba), bajo la jurisdicción de EUA, país que anunció su cierre en 2006; Cayena (en Guyana Francesa), adonde los franceses enviaban prisioneros hasta su cierre en 1946; Santa María (Chile), clausurada en 1989, y El Frontón o Isla del Callao (Perú), sede del penal de San Juan Bautista, inhabilitado por el gobierno peruano en 1986 tras un motín

READAPTACIÓN.

Los presos en la isla María Madre estaban agrupados en 10 campamentos donde se realizaban diversas actividades productivas.



“Aunque la colonización humana en María Madre es pequeña, su impacto sobre los ecosistemas resulta enorme por tratarse de una isla”.

Eduardo E. Íñigo Elías, ornitólogo.

de presos del grupo terrorista Sendero Luminoso. En todos ellos, sostiene Octavio Aburto, quien junto a sus colaboradores prepara un reporte científico sobre el tema, existe un patrón similar: tras el cierre decretado por los gobiernos, los expertos han visto que las comunidades marinas y terrestres se conservan en mucho mejor estado que en las zonas no sujetas a vigilancia.

Además de eso, los recursos marinos que todavía se preservan en la zona de las Islas Marías podrían ayudar a repoblar otras áreas, como las costas de Jalisco y Nayarit, que ya muestran mayor grado de deterioro por la sobrepesca. Pero para lograrlo, dice Aburto, es necesario subsanar los “vacíos” que hay en los programas correspondientes.

El científico de la UCSD sugiere tomar como ejemplo experiencias de conservación exitosas, como la del Parque Nacional Cabo Pulmo, en el Mar de Cortés, donde también ha hecho investigación. Aunque ahí la pesca está autorizada, grupos de pobladores decidieron prohibirla para constituir una reserva marina en 1995. Hoy esa zona, plenamente recuperada de la sobreexplotación pesquera de la que fue objeto, aloja la mayor concentración de peces en el Golfo de California.

Aburto Oropeza pide voltear la vista también a las experiencias negativas de algunos centros turísticos que crecieron masivamente como Cancún, y que ahora están destruyendo los ecosistemas que alguna vez fueron su atractivo. “El reto es cómo hacer sustentable esa protección total. Tenemos que crear modelos que hagan sustentables estos lugares”, advierte.

“En el caso de Islas Marías, en este cambio el gobierno mexicano no debería bajar la guardia, sino redoblar los esfuerzos para mantener lo que ha sobrevivido. No podemos darnos el lujo de perder algo más de lo que ya hemos perdido en los mares”, concluye el biólogo marino. **M**

PARA SABER MÁS

Islas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

UN PASEO POR LO MÁS EXTRAÑO DEL UNIVERSO

Anomalías cósmicas

Estructuras inconcebiblemente grandes, galaxias que no deberían estar donde están, estrellas de brillo exagerado, emisiones de radiación inclasificables... Son muchas las piezas que no encajan en el rompecabezas de los astrónomos. Te presentamos algunas de las más desconcertantes.

Por Miguel Ángel Sabadell



FOTO: ROBIN DIENEL - CARNEGIE INSTITUTION

SIN RESPUESTA. Todavía es mucho lo que desconocemos sobre el Universo. En la imagen de estas páginas, un sistema binario orbita cerca de un agujero negro.

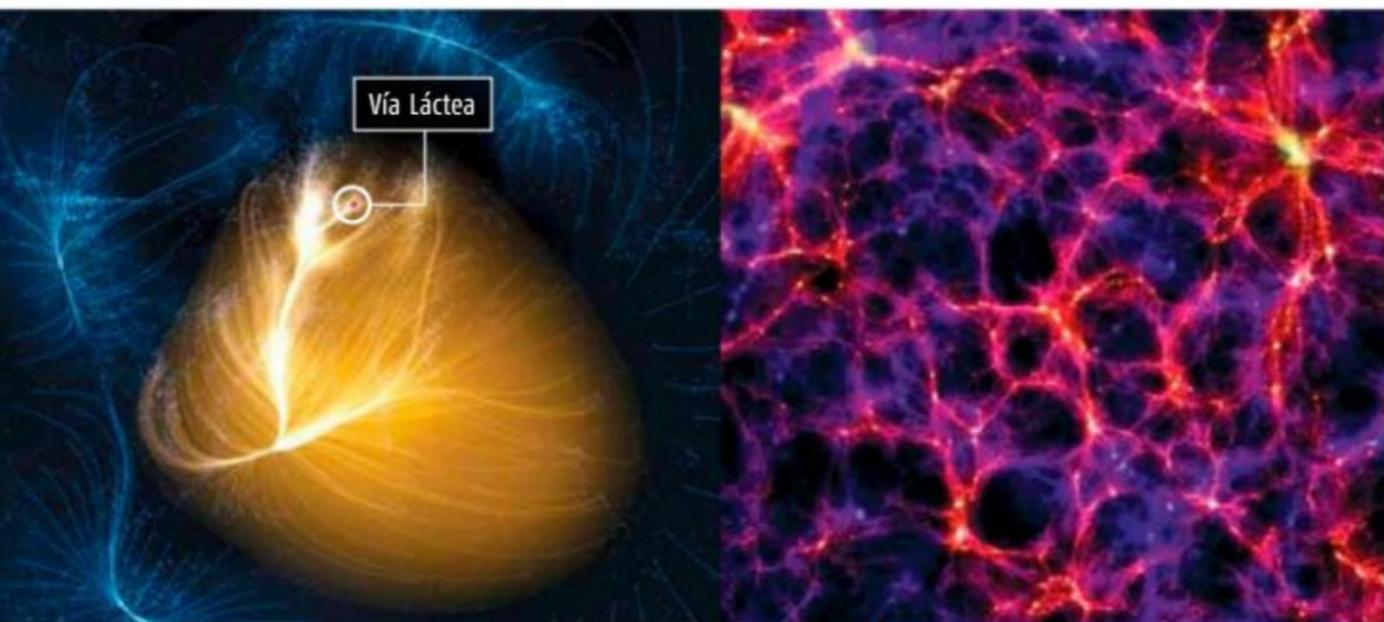
“**E**l Universo ha resultado ser perverso: no nos va a dar respuestas sencillas”. De esta manera tan irónica se expresaba el astrofísico estadounidense John Huchra, que falleció hace nueve años. Y en efecto, el Cosmos ha demostrado, y sigue demostrando, tener una capacidad casi infinita para asombrar a todos aquellos que se dedican a estudiarlo.

Nuestra percepción del espacio exterior ha cambiado radicalmente en poco más de medio siglo. Hemos descubierto que todo surgió de una gran explosión y que el Universo tiene forma de esponja, con grandes acumulaciones de estrellas y grandes vacíos. Ahí afuera existen galaxias en las que cabrían, holgadamente, cien Vías Lácteas, donde colosales dinamos cósmicos generan tanta energía como un billón de soles. Un Cosmos del que, en definitiva, sabemos muy poco: incluso desconocemos de qué está hecho –hasta 90% es materia oscura– y no comprendemos cómo es posible que haya estructuras o fenómenos que no deberían existir, como las que exploramos a continuación.

1. Supercúmulos que son demasiado grandes

Desde mediados del siglo XX, los astrónomos han estado descubriendo agrupaciones de estrellas con el inconcebible tamaño de supercúmulos, es decir, un cúmulo de cúmulos de galaxias. Su existencia habría pasado totalmente desapercibida si, en la década de los 80, un grupo de siete jóvenes astrónomos no se hubiera tomado la molestia de estudiar cómo se mueve la Vía Láctea por el espacio. Según sus cálculos, algo en dirección hacia las constelaciones de Hidra y Centauro hace que nuestra galaxia –y todas sus vecinas– viaje hacia allí a 600 km/s, es decir, a más de dos millones de kilómetros por hora. Es el Gran Atractor, una masa de 10,000 billones de soles cuyo centro se encuentra a entre 150 y 250 millones de años luz de la Tierra.

Para acabar de complicar las cosas, otro grupo de científicos estadounidenses comprobó en 2014 que el Gran Atractor no es otra cosa que el centro de un supercúmulo gigantesco: Laniakea. Y encima, éste no es el más grande: un año antes fue descubierta ➔



◀ la Gran Muralla de Hércules-Corona Boreal, verdadera bestia con 10,000 millones de años luz de largo, 7,200 millones de ancho y 700 millones de grosor.

Los astrónomos se quedaron con la boca abierta: ¿cómo puede existir una estructura que ocupe, por su lado más extenso, la novena parte del Universo visible? Hasta su hallazgo, los científicos estaban convencidos de que las superestructuras cósmicas desaparecerían cuando se alcanzaban distancias de mil millones de años luz; nadie esperaba ningún tipo de organización cósmica por encima de esa distancia. Pues bien, la Gran Muralla de Hércules-Corona Boreal supera ocho veces ese límite: es tan grande, compleja y alberga tanta masa que no hay forma de explicar qué hace ahí o cómo pudo formarse tan sólo 3,000 millones de años después del Big Bang. Es, sin duda, la mayor anomalía del Universo.

INTRIGANTE. Descubierto en 2014, Laniakea es un supercúmulo –agrupación de cúmulos galácticos– en donde se encuentra nuestro hogar espacial (izquierda). Este tipo de estructuras gigantescas, muy intrigantes para los científicos, parecen conectarse a su vez en una suerte de malla que se extiende por todo el Universo (derecha, simulación informática).

2. Desconcertados por la señal de Perseo

La astrónoma que descubrió este fenómeno, Esra Bulbul, del Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian, lo ha dejado bien claro: “A primera vista, lo que hemos encontrado no puede explicarse con la física

Sabías que...

La estrella hipermasiva Eta Carinae sobrevivió a su propio estallido, que creó una nebulosa de extraño aspecto.



conocida”. Junto con un equipo de varios colegas, Bulbul usó el telescopio espacial de rayos X Chandra para explorar el cúmulo de Perseo, un enjambre de galaxias a unos 250 millones de años luz de nosotros, uno de los más masivos conocido. Lo que le hace en particular atractivo es que está inmerso en una enorme atmósfera de plasma sobrecalentado lleno de iones de hierro, azufre, silicio... Sabemos que están ahí por las líneas que dejan en el espectro de luz: cada átomo, cada ion, emite energía en una serie de lugares definidos del espectro que reciben el nombre de líneas espectrales; son como las huellas dactilares de los elementos químicos. Para sorpresa de Bulbul, su equipo descubrió en 2014, tras analizar 17 días de datos recolectados por Chandra, “una línea a 3.56 keV –millones de electronvoltios– que no corresponde a ninguna transición atómica conocida”. Al principio, Bulbul no creyó lo que estaba viendo: “Me llevó mucho tiempo convencirme de que no se trataba de un error”.

La existencia de la señal de Perseo se confirmó más tarde, cuando Bulbul encontró la misma firma espectral en otros 73 cúmulos de galaxias gracias al satélite XMM-Newton. Poco más de una semana después, un grupo de astrónomos dirigido por Alexey Boyarsky, de la Universidad de Leiden (Holanda), la cazó en

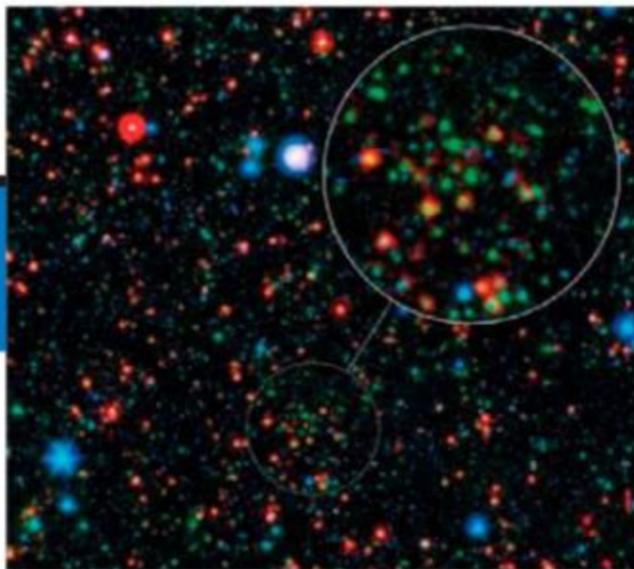
nuestra vecina galaxia de Andrómeda. Los teóricos se estaban frotando las manos: ¿estaremos ante una emisión de la hasta ahora invisible materia oscura?

En febrero de 2016 la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA) lanzó el observatorio espacial de rayos X Hitomi. Resultado: sin rastro de la línea de 3.56 keV. Aunque pasado un mes de su lanzamiento el satélite se perdió y no pudieron confirmar sus mediciones, la trama dio un giro inesperado: los astrónomos descubrieron que Hitomi fue incapaz de separar las dos fuentes de rayos X que generaba el cúmulo de Perseo: por un lado, el componente difuso de gas caliente que envuelve a la enorme galaxia situada en el centro de la estructura, y por el otro, la emisión localizada junto al agujero negro supermasivo de esta galaxia. Cuando se corrigieron las observaciones, el equipo de Bulbul volvió a

ATANDO CABOS. Los datos reunidos por la sonda japonesa Hitomi hacen pensar que una misteriosa emisión de rayos X localizada en el cúmulo de Perseo bien podría provenir de materia oscura.



BIEN CONSERVADO. En el círculo se destacan las estrellas que siguen naciendo en el cúmulo CLG J02182-05102, que surgió en la infancia del Universo.



quedarse con la boca abierta, pues en lugar de encontrar un exceso de rayos X a 3.5 keV descubrieron que algo en Perseo estaba aspirando esa radiación.

¿Qué estaba pasando? La conclusión a la que llegó el equipo de Bulbul es que hay una absorción de rayos X cuando se observa el superagujero negro y una emisión con la misma energía cuando miramos el gas caliente que rodea la galaxia. Curiosamente, este comportamiento es bien conocido por los científicos, pues también aparece cuando se examina una estrella rodeada por una nube gaseosa: si apuntamos al astro en sí veremos absorción a una energía determinada, y si se examina sólo el gas, aparece la misma línea en forma de emisión.

Ahora los investigadores creen que, en el caso de Perseo, la materia oscura presenta dos estados de energía separados por 3.5 keV. Pero ¿de verdad es así? ¿Procede esta anomalía de la materia oscura? ¿Estamos ante la primera detección de este esquivo ente, hasta ahora nada más deducida por sus efectos gravitatorios indirectos? Sólo el tiempo –y nuevas observaciones– lo dirán.

3. Galaxias muy precoces

Si nos vamos más lejos, a 9,600 millones de años luz, encontraremos a CLG J02182-05102. Es el poco sugerente nombre que los astrónomos han dado a un cúmulo el cual contiene unas 60 galaxias en la constelación de Cetus, la Ballena. Lo que convierte a esta formación en una rareza es que parece más joven en apariencia y tamaño de lo que en realidad es: está dominada por agrupaciones estelares masivas y adultas, típicas de los cúmulos modernos.

Y eso es lo extraño, que vemos CLG J02182-05102 tal como era hace unos 4,000 millones de años después del Big Bang, esto es, cuando el Universo tenía 30% de su edad actual. Por entonces las galaxias eran muy raras, y ahora aparece este cúmulo donde no sólo ya se han formado por completo, sino que han evolucionado hacia lo que aparecería mucho más tarde. Tal como señaló el investigador principal del equipo que descubrió esta anomalía, Casey Papovich, “es como si excavando en la antigua Roma encontráramos piezas pertenecientes a la época actual”.

4. Anillos galácticos

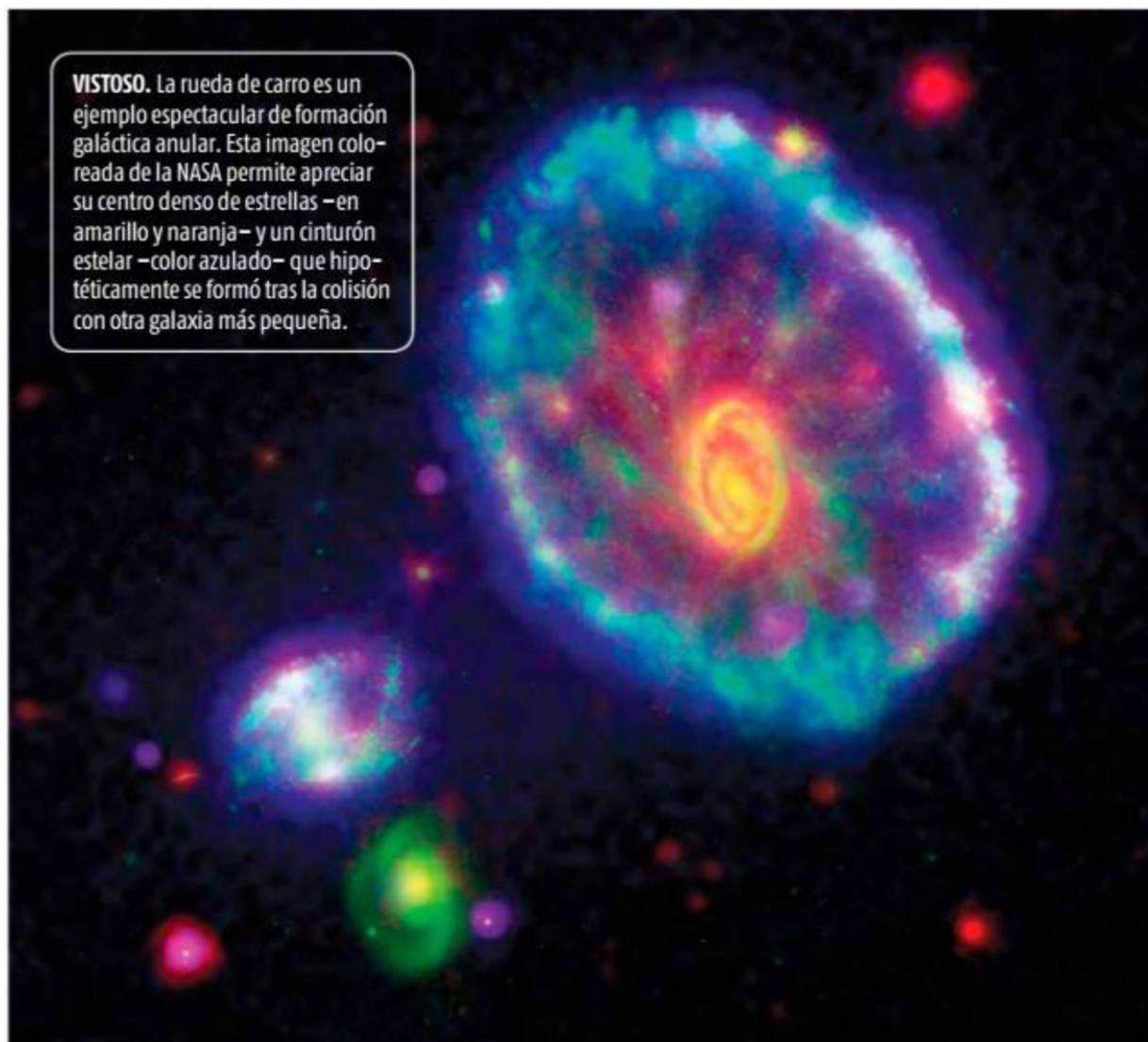
Ahora descenderemos al reino de las galaxias para fijarnos en el objeto de Hoag, nombrado así en honor a Arthur Allen Hoag (1921-1999), que lo descubrió en 1950. Al principio, este astrónomo estadounidense pensó que había encontrado una nebulosa planetaria, pero pronto salió de su error: estaba fuera de la Vía Láctea. Así pues, y como le pasa a cualquiera que vea la imagen de esta extravagancia, Hoag se preguntó: ¿la formaban una galaxia o dos? El exterior es un anillo dominado por brillantes estrellas azules, mientras que la bola central contiene astros más rojos y, tal vez, mucho más antiguos. Y entre las dos estructuras, aparentemente, no hay nada.

Hoag pensó que quizá se enfrentaba a un extraño efecto cosmológico llamado anillo de Einstein, especie de halo que aparece al pasar la luz de un objeto lejano

La Gran Muralla de Hércules-Corona Boreal supera ocho veces el límite teórico al tamaño de las superestructuras espaciales.

–por lo general, un cuásar– cerca de una galaxia más cercana. Pero estudios espectroscópicos posteriores descartaron esta idea porque la bola central y el anillo tienen justo el mismo desplazamiento al rojo, lo cual significa que ambos cuerpos se encuentran exactamente a la misma distancia de nosotros. ➔

VISTOSO. La rueda de carro es un ejemplo espectacular de formación galáctica anular. Esta imagen coloreada de la NASA permite apreciar su centro denso de estrellas –en amarillo y naranja– y un cinturón estelar –color azulado– que hipotéticamente se formó tras la colisión con otra galaxia más pequeña.



◀ Desde entonces se sabe que no es una anomalía única, pues se han descubierto otros objetos similares: las llamadas galaxias anulares. Nadie sabe cómo nacieron... tal vez por una colisión entre dos galaxias.

5. El monstruo de dos cabezas

En la escala de las estrellas tampoco faltan los enigmas. A 18,000 años luz se halla, por ejemplo, SS 433. Está situada en la constelación del Águila y puede verse a duras penas a través de un telescopio de aficionado. Esta estrella hubiera sido una más de los cientos de miles de millones de luminosas compañeras anónimas que pueblan nuestra galaxia si no fuera porque los astrónomos Bruce Stephenson y Nicholas Sanduleak la incluyeron en su catálogo como una representante estelar que varía sutilmente su brillo. No la subestimemos: SS 433 ha motivado desde entonces cientos de trabajos especializados y ha convocado decenas de simposios internacionales.

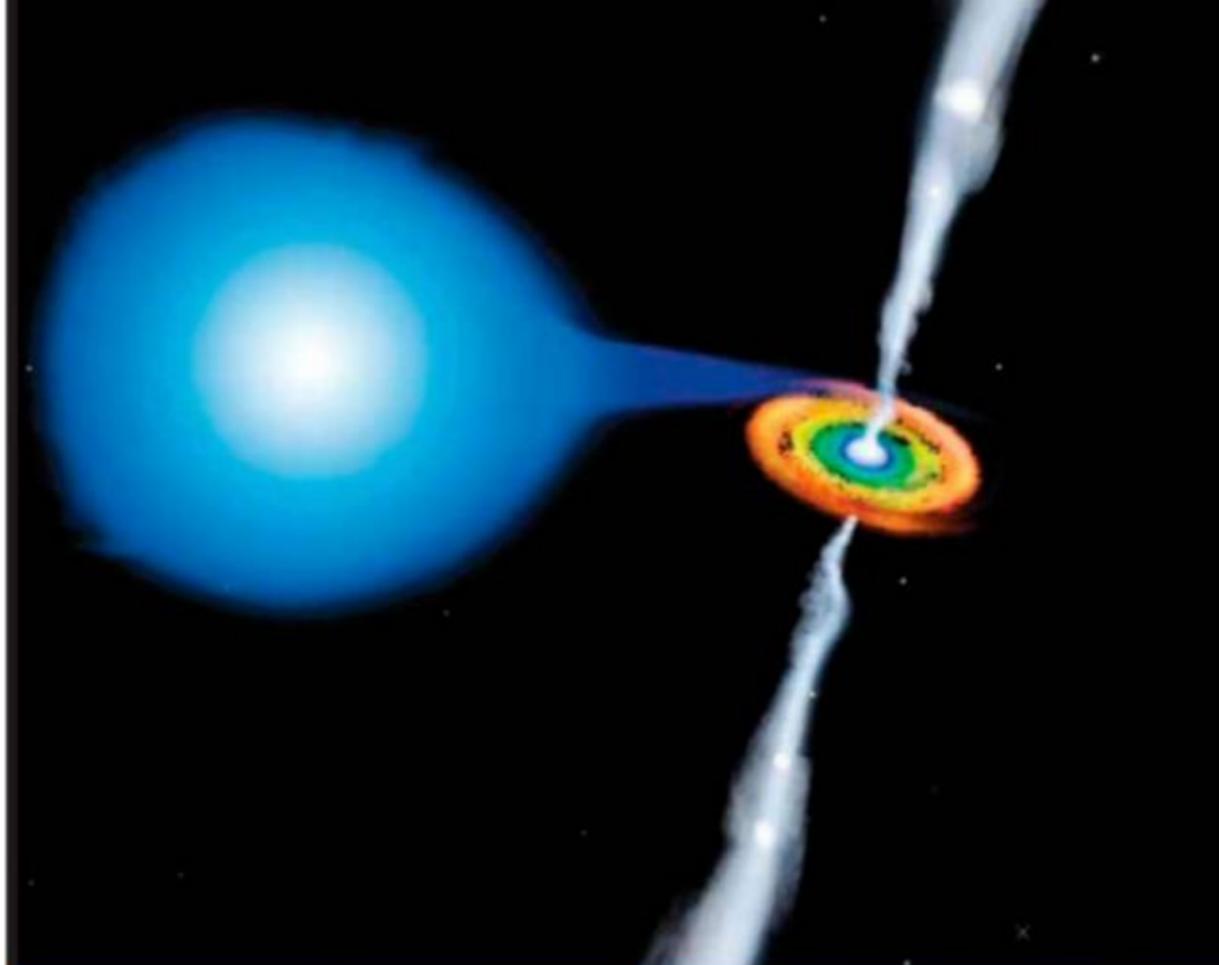
Es el motor que alimenta a una zona repleta de gas, invisible al ojo humano, llamada W50, los restos de una supernova. De SS 433 salen dos chorros de materia en sentidos opuestos, pero su verdadero secreto se localiza en su centro, hasta el punto de que se ha llegado a considerar como el objeto más misterioso del siglo XX. Según las observaciones hechas en distintas ondas de radio, se cree que estamos ante un sistema binario –dos estrellas que rotan una en torno a la otra– muy cerrado, con un periodo de 13 días; pero lo fascinante es que se trata de una extraña pareja: una estrella bastante normal, de 3.2 veces la masa del Sol, y otra de neutrones con 10 kilómetros de anchura y casi una masa solar. Esta última le chupa materia a su compañera y forma a su alrededor un disco de acreción, similar al remolino que se origina cuando destapamos una bañera llena de agua. Debido a las altas velocidades que alcanza, gran parte de dicha materia sale despedida por los polos de la estrella de neutrones a 80,000 km/s, como si se tratara de un potente aspersor cósmico.

6. Deslumbrante P Cygni

Para encontrar otra estrella peculiar sólo hay que mirar en dirección a la constelación del Cisne, en una zona donde abundan los nubarrones de materia oscura. P Cygni es un astro voluble cuyo brillo oscila 20%, pero a veces su lejano resplandor se desboca. En agosto de 1600, un astrónomo llamado Willem Blaeu determinó que se había multiplicado por cinco, y se mantuvo en ese paroxismo lumínico durante seis años. Después se fue apagando hasta desaparecer de la vista para volver a ser visible en 1655. Durante los años siguientes, su brillo fluctuó en muchas ocasiones y no fue hasta 1725 cuando volvió a estabilizarse. Hasta hoy.

Y es que nuestra querida estrellita P Cygni es una de las más resplandecientes que alumbran el Cosmos. Situada a unos 6,000 años luz de la Tierra, la temperatura en su superficie es de unos 18,726 °C, tiene un tamaño casi 20 veces

INESTABLE. Los astrónomos no saben por qué fluctúa tanto el brillo –se ha llegado a quintuplicar– de la estrella P Cygni.



TORBELLINO. Recreación artística de SS 433, sistema binario compuesto por una estrella de neutrones (izquierda) que absorbe materia de su compañera estelar y luego la expulsa a chorros por sus polos.

Hay galaxias a 9,600 millones de

mayor que el Sol y emite energía unas 700,000 veces más rápido. No se sabe muy bien a qué vienen sus cambios de humor, pero los astrónomos piensan que estamos observando algo en extremo difícil de presenciar: el corto estadio en la vida de una estrella muy masiva, que dura... “apenas” unos 100,000 años.

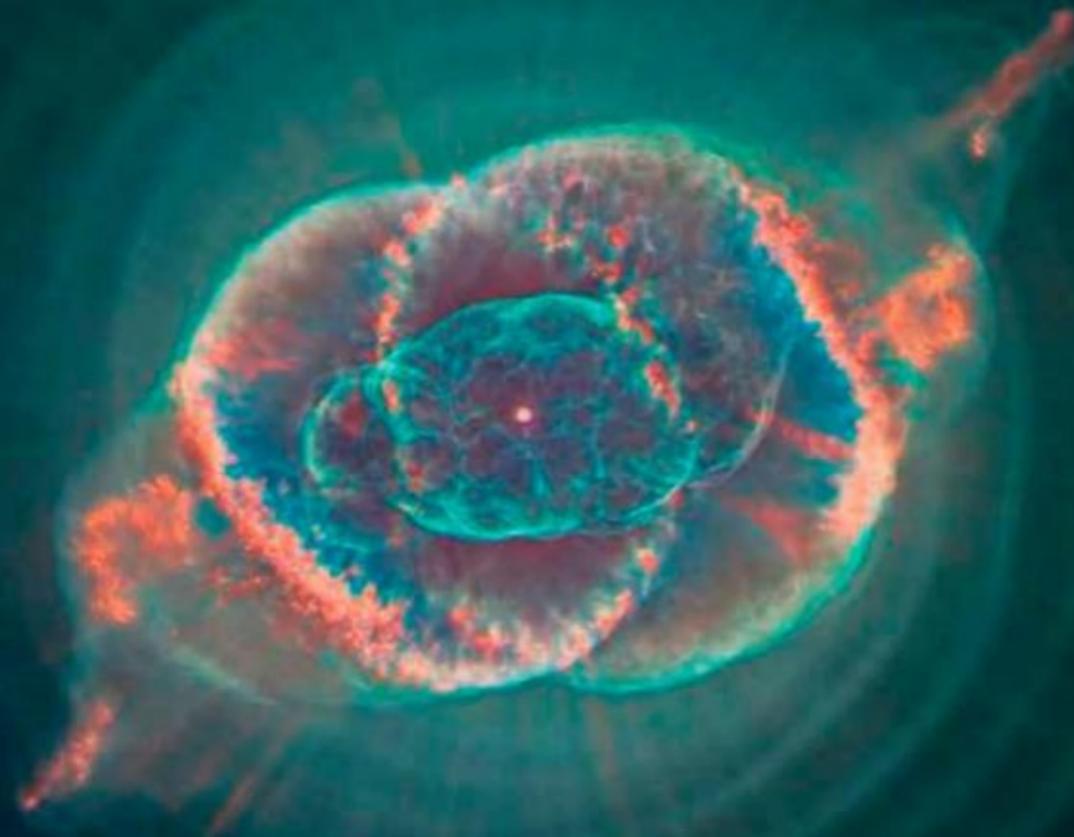
7. Nebulosas con misterio

Estas formaciones de polvo y gas donde nacen estrellas también guardan sus secretos. Si no, ahí tenemos a Ojo de Gato (NGC 6543), en la constelación del Dragón, que lleva intrigando a los científicos durante un siglo. Su compleja estructura fue fotografiada con bastante precisión por el telescopio espacial Hubble, y al comparar esas imágenes con otras más antiguas ha podido calcularse su ritmo de expansión. Esto ha obligado a los teóricos a rehacer sus modelos porque, de forma inesperada, las capas interiores avanzan a mayor velocidad que las más alejadas del centro. Los astrónomos creen que NGC 6543 se formó sólo hace unos 1,200 años, cuando una estrella dos o tres veces más masiva que el Sol perdió sus capas exteriores. Tanto ese movido pasado como el hecho de que presente algo parecido a unos casquetes y lance chorros de materia hacen de Ojo de Gato una nebulosa anómala.

Otra gran aberración tiene su origen también



FOTOS: NASA, ESA, AURA/CALTECH, PALOMAR OBSERVATORY; A GE



EXTRAÑO. Retrato de la nebulosa Ojo de Gato hecha con el archivo de imágenes del telescopio Hubble. Se desconoce la causa de su compleja estructura, donde se aprecian grandes burbujas y eyecciones de materia.

años luz bien formadas en un momento en que apenas empezaban a aparecer.

en una fecha reciente: 1843. Ese año explotó Eta Carinae, una de las estrellas más masivas que se conocen. Se encuentra a 7,500 años luz, tiene la masa de 100 soles y es cuatro millones de veces más brillante que nuestro astro rey. El evento arrojó al exterior materia suficiente para formar varios soles y a una velocidad de más de tres millones de kilómetros por hora. Pero lo más asombroso es que la estrella quedó como si nada hubiera pasado.

Ciento sesenta años más tarde, el Hubble retrató la nebulosa que quedó tras el episodio violento, llamada Homúnculo, lo que permitió observar dos inmensas verrugas en la piel de esta supergigante azul. En 1997 se descubrió que los cambios en su espectro seguían un patrón regular, con un periodo de cinco años y medio. ¿Hay algo orbitando allí? La única explicación que se les ocurre a los expertos es que era un sistema triple cuyo colapso dejó detrás no sólo gas y polvo, sino también otras dos estrellas supervivientes girando una en torno a la otra.

8. Las mayores explosiones del Cosmos

Pero puestos a buscar fenómenos anómalos, nada supera a los brotes o estallidos de rayos gamma (GRB, por sus siglas en inglés), los más fuertes que tienen lugar en el Universo desde el Big Bang. Valga como ejemplo lo que detectaron el 23 de enero de 1999 los observatorios espaciales de rayos X y gamma en la constelación del Boyero. A la Tierra llegaron dos oleadas de radiación 25 y 40 segundos tras comenzar el GRB. Después, durante los siguientes 50 segundos nos alcanzaron otros pulsos más débiles. Al final se hizo la calma. Calculada la energía liberada, el resultado es impresionante: si hubiera sucedido a 2,000 años luz de la Tierra, hubiéramos contemplado en el cielo una estrella el doble de brillante que nuestro propio Sol. Aunque los GRB se conocen desde la década de los años 40, la tormenta de radiación descubierta a finales del siglo XX es importante porque fue la primera ocasión en que se fotografiaba un evento semejante. Ello permitió identificar el sitio en donde se produjo, que resultó ser una galaxia por demás débil situada a 9,000 millones de años luz.

Hoy no existe consenso sobre el origen de estos sucesos cósmicos. Muchos astrónomos piensan que se trata de objetos en colapso, un proceso parecido



CAZADOR DE LUZ. Lanzado en 2014, el observatorio espacial de la NASA Neil Gehrels Swift sigue en activo y ha captado información sobre cientos de estallidos de rayos gamma (GRB).

a las supernovas que marcan el final de la vida de una estrella, pero cientos de veces más intensas: las hipernovas. Se supone que aparecen cuando las estrellas con mayor masa de la galaxia colapsan para formar un agujero negro que rota a gran velocidad, en un proceso que dura entre 10 y 20 segundos.

Otra posible fuente de GRB es la colisión entre dos cadáveres estelares, las estrellas de neutrones, pero nadie sabe nada en realidad: es explicar un misterio con otro misterio. Lo único cierto es que, en promedio, una vez al día, en algún punto del cielo y durante un espacio de tiempo que va desde una fracción de segundo a varios minutos, el Universo nos regala una sesión de fuegos artificiales en alguna galaxia lejana. ¿Qué hace que algo brille tanto como 200,000 Vías Lácteas juntas? **M**

PARA SABER MÁS

spacetelescope.org, sitio del Telescopio Hubble de la NASA y la Agencia Espacial Europea.

EVOLUCIÓN DEL GRAN DEPREDADOR MARINO

Tibbuuro

del mundo perdido

Hace 420 millones de años que estos animales habitan los océanos. En este tiempo han prosperado miles de especies de escualos y también han perecido muchas de ellas, como las que aquí recogemos.

Por Mario García Bartual

Existe la creencia generalizada de que los tiburones son fósiles vivientes y que, por lo tanto, su diseño corporal no ha cambiado significativamente en los últimos cientos de millones de años; pero tal noción es errónea por completo. Los tiburones prehistóricos desarrollaron muy distintas denticiones, tamaños, formas y ornamentaciones que rivalizan en originalidad. Los *Stethacanthus*, por ejemplo, lucían sobre su cabeza una masa muy parecida a un cepillo. Por su parte, los primitivos xenacántidos, que se asemejaban a las anguilas, contaban con una larga y distintiva púa.

Estos últimos aparecieron hace más de 360 millones de años y vivían casi exclusivamente en cursos de agua dulce. Poseían lo que se conoce como boca terminal —ésta se encuentra situada al frente de la cabeza—, dientes diplodontes (con dos puntas prominentes), un cuerpo delgado, aleta dorsal elongada que se extendía a lo largo de la mayor parte de la espalda y una cola simétrica, ahusada. Esta extraña configuración anatómica, más bien estrecha, pudo permitir al *Stethacanthus* nadar entre la vegetación lacustre que crece en las orillas de los lagos.

Asunto espinoso

En todo caso, una de las características más llamativas de este género era la citada espina, que se erguía justo detrás del cráneo y apuntaba hacia atrás. De ella toma su nombre, que podría traducirse como espina externa. Tal vez se trataba de un elemento disuasivo contra depredadores más grandes, si bien algunos expertos sostienen que podría haber sido una estructura venenosa similar al aguijón de una raya. ➔

FOTO: MARK WITTON / PEERJ



nes

Cretoxyrhina mantelli

Familia: Cretoxyrhinidae

Género: *Cretoxyrhina*

Antigüedad: de 94 a 66 millones de años

Longitud: hasta 6 metros

ATAQUE. Los tiburones de la especie *Cretoxyrhina mantelli* eran cazadores formidables. En esta ilustración, el paleoartista Mark Witton ha imaginado cómo emerge uno del agua para atrapar un *Pteranodon longiceps*, de cinco metros de envergadura, que sobrevolaba este mar del Cretácico en busca de peces.

Stethacanthus altonensis

Familia: *Stethacanthidae*

Género: *Stethacanthus*

Antigüedad: de 360 a 269 millones de años

Longitud: unos 60 centímetros

Xenacanthus decheni

Familia: *Xenacanthidae*

Género: *Xenacanthus*

Antigüedad: de 360 a 202 millones de años

Longitud: alrededor de un metro



EL MARTILLO. Los dentículos dérmicos que lucían los *Stethacanthus* en una de sus aletas dorsales y en la parte superior de la cabeza les conferían un aspecto amenazador.

Algunos tiburones primitivos contaban con una espina en su cabeza que

◀ Se han encontrado restos fósiles de *Xenacanthus* en América y Europa, lo que sugiere que estaba distribuido con amplitud. Fue un tiburón resistente que sobrevivió a la extinción masiva que tuvo lugar a finales del Pérmico, en la cual perecieron 95% de las especies marinas. Los últimos ejemplares vivieron en lo que hoy es India, hace 206 millones de años.

Los *Xenacanthus* fueron contemporáneos de otros peces ciertamente atípicos, como los del género *Helicoprion*, que aún sin ser tiburones con exactitud, sí se les parecía bastante. La distribución de los dientes de su mandíbula inferior, que se organizaban en una asombrosa espiral, ha desconcertado a los científicos durante décadas enteras.

Con colmillo

Pero si hay unos escualos extraños, esos son los Symmoriformes. Los miembros de este orden extinto de cladodontos –en estos animales cada diente tenía una afilada punta central flanqueada a ambos lados por pequeñas cúspides– lucían cráneos relativamente cortos, grandes ojos, boca terminal y una aleta caudal externamente simétrica. En el caso de los machos, además, la aleta dorsal anterior se había transformado en una curiosa e intrigante plataforma.

Ella estaba presente en los *Stethacanthus*, conocidos como tiburones cepillo justo por la forma de esta última. Estos peces cartilaginosos vivían en los mares cálidos y poco profundos de finales del Devónico, hace 360 millones de años. Curiosamente, todos los ejemplares conocidos de este género poseen pterigopodios, los órganos sexuales característicos de los machos. En todos ellos, además, la citada aleta dorsal termina en una superficie plana y erizada con grandes dentículos dérmicos, unas protuberancias diminutas y afiladas que todavía se ven en la piel de los tiburones

actuales, que apuntan hacia delante. La parte superior de su cabeza alberga otro conjunto de dentículos que mira hacia atrás.

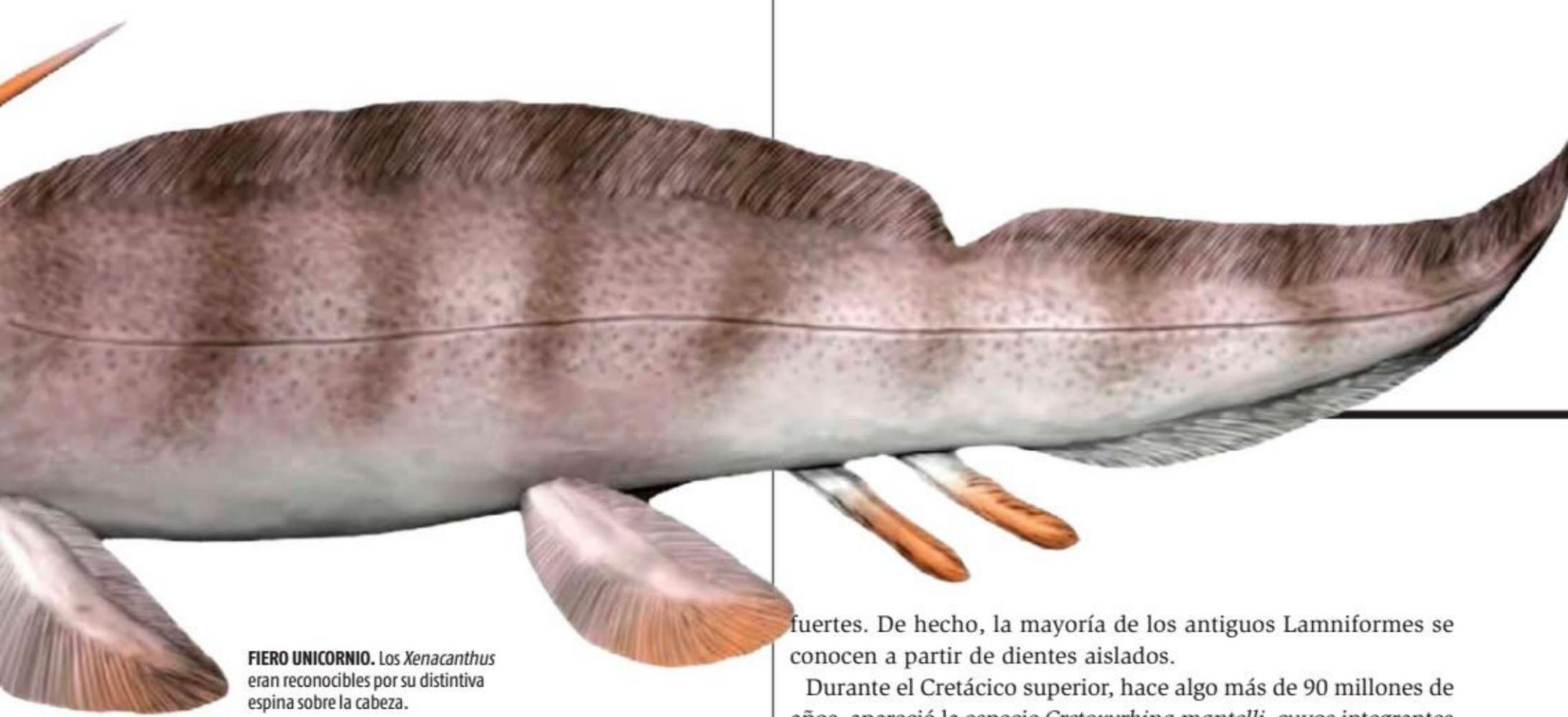
Estas insólitas características han fascinado a los paleoictiólogos, que han propuesto muy distintas hipótesis sobre su posible función. El ya fallecido paleontólogo Rainer Zangerl, del Museo Field de Historia Natural, en Chicago, estaba convencido de que tenía un uso disuasivo. Vistos desde arriba, los mencionados dentículos parecen la boca abierta de un pez mucho más grande –los *Stethacanthus* medían poco más de 60 cm–. Los depredadores no se atreverían a meterse con una criatura con semejantes fauces.

También se ha propuesto que, al estirar el cuello y arquear la espalda, estos animales podrían fijarse al vientre de algún animal marino de mayor tamaño. Habrían sido una suerte de autoestopistas, más o menos como las actuales rémoras, que utilizan su disco ventosa –también se trata de una aleta dorsal modificada– para aferrarse a las ballenas, tortugas marinas, tiburones...

Protuberancias sin uso

Otra posibilidad es que el misterioso cepillo jugara algún papel en los rituales de cortejo. Tal vez era un elemento de atracción sexual y, cuanto mayor fuera, más interesantes resultarían los machos. O quizá tuviera un cometido más agresivo: éstos podrían haberlo empleado para combatir contra otros –a empujones, cabeza contra cabeza–, con los que se disputarían el acceso a las zonas de apareamiento o a las hembras sexualmente receptivas.

El género *Symmorium* es contemporáneo y muy similar al tiburón cepillo. No obstante, su aleta dorsal tiene un aspecto normal y no se asemeja a la del *Stethacanthus*. Es notable asimismo que todos los ejemplares encontrados de *Symmorium* son féminas. Por ello, algunos investigadores sospechan que en realidad se trata de las hembras del *Stethacanthus*. De ser así, el dimorfismo sexual



FIERO UNICORNIO. Los *Xenacanthus* eran reconocibles por su distintiva espina sobre la cabeza.

recuerda al aguijón de las actuales rayas.

entre los tiburones Symmoriformes habría estado muy acentuado.

El aspecto del de los Lamniformes prehistóricos no nos habría llamado tanto la atención. Se parecían mucho a sus parientes que hoy rondan los océanos, como los tiburones toro y los marrajos. Solían contar con bocas imponentes y de forma parabólica, con gran capacidad de apertura, situadas debajo de la cabeza. En general, sus mandíbulas contenían muchos dientes sólidos y

fuertes. De hecho, la mayoría de los antiguos Lamniformes se conocen a partir de dientes aislados.

Durante el Cretácico superior, hace algo más de 90 millones de años, apareció la especie *Cretoxyrhina mantelli*, cuyos integrantes podrían haber rivalizado con los modernos tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) en tamaño, forma y hábitat. A diferencia de estos últimos, que tienen dientes en forma de sierra, los de los *Cretoxyrhina mantelli* eran lisos, de cinco centímetros de largo. El paleontólogo Michael Everhart, uno de los mayores expertos en la fauna marina del pasado, descubrió fragmentos de dos de ellos enterrados en un conjunto de cinco vértebras de un mosasaurio adulto. Al igual que el tiburón blanco se alimenta de focas, los *Cretoxyrhina mantelli* cazaban éstos y otros reptiles marinos –por ejemplo, plesiosaurios–, como corresponde a un depredador situado en la cima de la cadena trófica. Y, sin embargo, ambos escualos no guardan una estrecha relación.

Su aparente similitud con el tiburón blanco es el resultado de una evolución convergente, que es la aparición de forma in-

Los viejos del Ártico

Los tiburones de Groenlandia (*Somniosus microcephalus*) se cuentan entre los escualos modernos más enigmáticos. Estos animales viven en las profundidades del océano Ártico y el Atlántico Norte y apenas crecen 1 cm por año. No obstante, pueden superar los seis metros de largo –alcanzan la madurez sexual cuando llegan a los cuatro–. Pero no es ésta su mayor peculiaridad. El cristalino de sus ojos contiene proteínas metabólicamente inertes que, una vez sintetizadas, no se renuevan más. Ello ha facilitado a los expertos calcular su edad mediante datación por radiocarbono. Gracias a este método, sabemos que pueden vivir entre 300 y 500 años, lo que los convierte en los vertebrados más longevos del planeta.

dependiente de características similares en especies que pertenecen a distintos linajes. Las diferencias se aprecian, por ejemplo, en la velocidad. Los *Cretoxyrhina mantelli* eran mucho más rápidos. Humberto Ferrón, investigador del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia (España), ha calculado que por lo general se movían a 12 km/h y podían alcanzar una velocidad punta de unos 70 km/h. En comparación, los blancos se desplazan a 8 km/h y pueden llegar hasta los 43 km/h en un momento dado. El marrajo común es el único tiburón moderno que podría competir con los *Cretoxyrhina mantelli* en una carrera.

Todo es válido

Mucho tiempo después de que desapareciera el último de ellos, aún podían encontrarse en los océanos tiburones del género *Squalicorax*, unos carroñeros oportunistas que perduraron hasta el Mioceno, hace unos siete millones de años. Sus dientes se parecen a los del actual tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*); poseen una raíz rectangular de la que surge una hoja cortante, finamente aserrada, acabada en una cúspide inclinada. El paleoictiólogo Kenshu Shimada, de la Universidad



CIEGOS. Un parásito ocular merma notablemente la capacidad visual de los tiburones de Groenlandia, como éste, captado cerca de la isla de Baffin, en Canadá. Poseen, sin embargo, un olfato sensible.

FOTOS: GETTY IMAGES

◀ DePaul, en Chicago, apunta que su dieta era muy variada –como la del tigre–, lo que sugiere que se trataba de un formidable depredador. Pero también era un activo devorador de cadáveres. Durante sus muchos años de estudio Everhart ha observado que los *Squalicorax* aprovechaban toda fuente de alimento disponible, ya fuesen animales vivos o restos de peces, tortugas, mosasaurios, pterosaurios e incluso otros tiburones.

Aunque entre todos los tiburones extintos, el que más fascinación suscita es, sin duda, el megalodón. Este inmenso carnívoro, que podía superar los 15 metros de largo, viene a ser como el *Tyrannosaurus rex* de los mares antiguos. A simple vista, sus dientes se parecen mucho a los del tiburón blanco, sólo que algunos miden hasta 18 cm. Son, además, más gruesos y

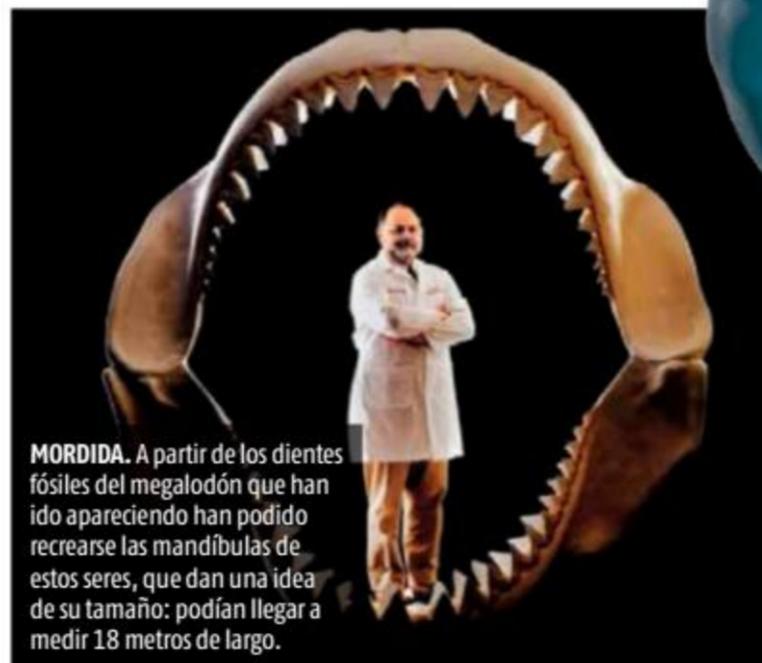
los minúsculos pliegues que les confieren su distintivo aspecto en forma de sierra son más pequeños y están dispuestos de forma más regular. Pues bien, estas sutiles diferencias provocan un acalorado debate entre los especialistas a propósito de su origen y evolución. Algunos incluyen al megalodón en el género *Carcharodon*, el mismo al que pertenecen los blancos, y en la familia Lamnidae. Otros indican que las semejanzas entre ambos son nada más aparentes y que el primero debería englobarse en el género *Carcharocles* y en la familia Otodontidae, que se separó del linaje del tiburón blanco durante el Cretácico inferior. La mayoría parece estar de acuerdo en el último aspecto.

El registro fósil indica que era una especie cosmopolita. Tal vez se nutría de presas grandes, como ballenas y tortugas marinas. A diferencia del tiburón blanco, que ataca a sus víctimas desde abajo y las muerde en la región ventral –más blanda–, el megalodón podría emplear sus fuertes mandíbulas para atravesar la dura cavidad torácica, como si fuera de mantequilla, y perforar el corazón. Su extinción también suscita controversia. Hasta no hace mucho se pensaba que había desaparecido hace 1.8 millones de años a consecuencia de un enfriamiento de los océanos que habría acabado con las especies de ciertos cetáceos de los cuales se alimentaba. Sin embargo, los últimos estudios muestran que lo hizo antes; los fósiles de megalodón examinados en los depósitos del Pacífico norte indican que todo acabó para ellos hace entre 4 y 3.6 millones de años.

Lucha sin cuartel

Al igual que los demás seres vivos, los tiburones han tenido que lidiar a lo largo de su historia evolutiva con drásticas alteraciones ambientales y con las extinciones que éstas suelen ocasionar. Las muertes a gran escala dejan vacíos muchos nichos ecológicos que quedan a disposición de nuevas especies. Cada vez que su entorno experimentó un cambio radical, los tiburones respondieron con un espectacular florecimiento de diversidad, lo que les permitió expandirse y ocupar un buen número de ellos. Estos aumentos explosivos de variedad son denominados

EL REY. El Megalodón fue un inmenso carnívoro cuyo tamaño podía superar los 15 metros de largo. Era el *T. rex* de los escualos gigantes.



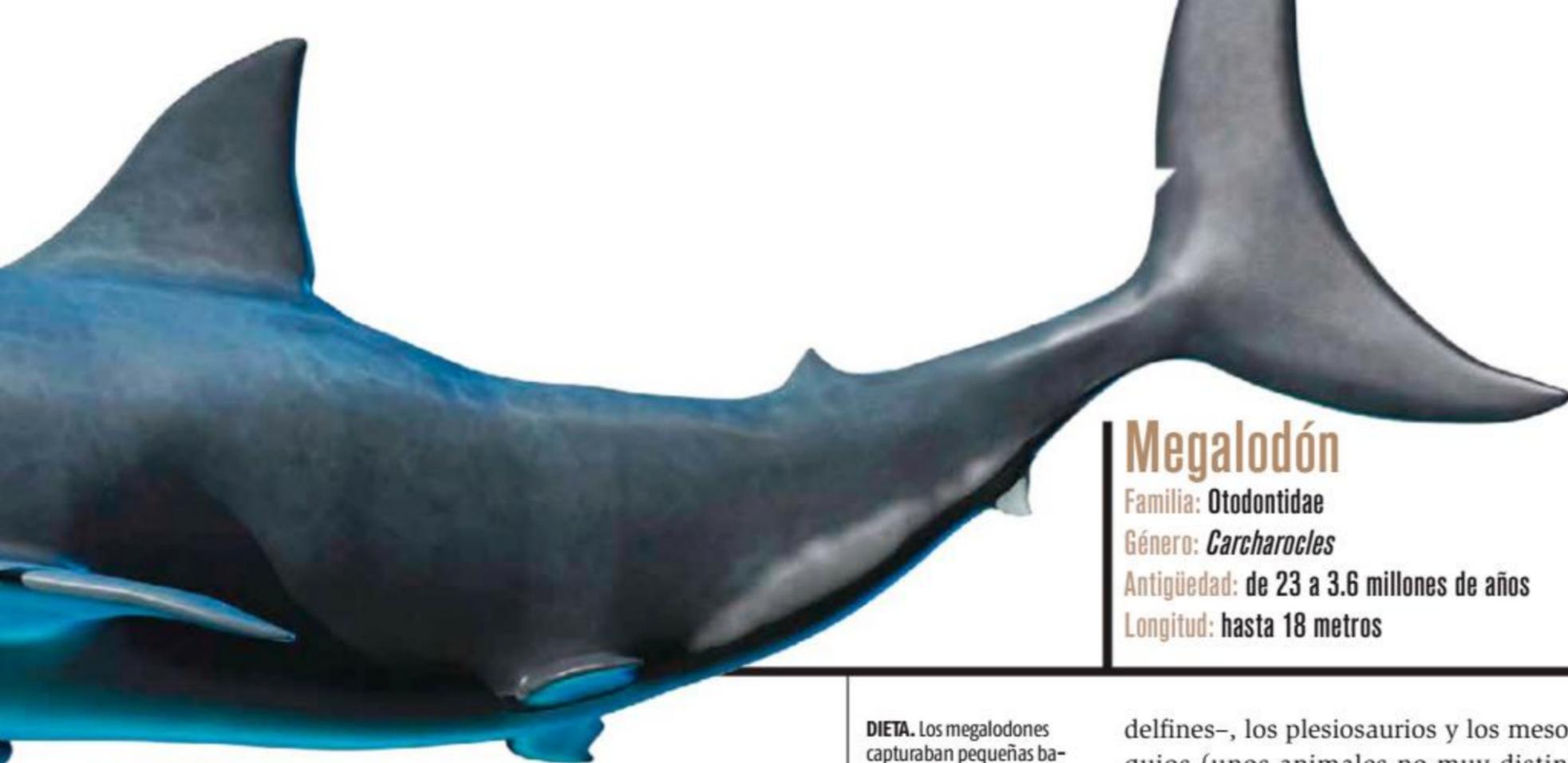
MORDIDA. A partir de los dientes fósiles del megalodón que han ido apareciendo han podido recrearse las mandíbulas de estos seres, que dan una idea de su tamaño: podían llegar a medir 18 metros de largo.

radiaciones adaptativas. Un primer ejemplo lo tenemos en los sucesos acontecidos a finales del Devónico. Los mares de este periodo estaban poblados por unos peces acorazados primitivos denominados placodermos. Hace 372 millones de años se produjo una extinción masiva que mermó notablemente la diversidad y abundancia de estos animales. Los nichos ecológicos desocupados por los placodermos acabarían siendo explotados por los tiburones durante los siguientes millones de años.

La primera radiación adaptativa importante ocurrió durante el Carbonífero, hace entre 359 y 299 millones de años. Los lagos de agua dulce fueron el paleohábitat de los citados xenacántidos, cuyo linaje se extendió hasta hace algo más de 200 millones de años; mientras tanto, en los mares prosperaron los mencionados Symmoriformes. En este periodo de la era paleozoica tuvo lugar la época dorada de los tiburones, cuando llegaron a superar en número incluso a los peces óseos en una proporción de tres a dos.

Sin embargo, los buenos tiempos terminaron al final del periodo Pérmico, hace unos 252 millones de años, cuando sucedió la llamada Gran Mortandad o extinción masiva del Pérmico-Triásico (PT). En un instante geológico, y por causas que aún no se

Los escualos del género *Cretoxyrhina*, unos superdepredadores del Cretácico,



Megalodón

Familia: Otodontidae

Género: *Carcharocles*

Antigüedad: de 23 a 3.6 millones de años

Longitud: hasta 18 metros

DIETA. Los megalodones capturaban pequeñas ballenas. Así lo demuestran las marcas de dientes halladas en la costilla de una que vivió hace 4 millones de años.

delfines-, los plesiosaurios y los mesosquios (unos animales no muy distintos de los cocodrilos) perseguían cardúmenes de peces óseos y flotillas de ammonites -moluscos cefalópodos-. En este entorno

y momento aparecieron los escualos modernos, aunque no se sabe con seguridad a partir de qué grupo de antiguos tiburones evolucionaron. El paleoictiólogo John G. Maisey, del Museo Estadounidense de Historia Natural, sospecha que en este misterio podría jugar un papel destacado el género fósil *Synechodus*.

En todo caso, al final del Cretácico, hace 66 millones de años, otra crisis global volvió a acabar con gran parte de la fauna marina. En ella se perdieron los ammonites, los plesiosaurios, los mosasaurios... Pero una vez más los tiburones perduraron. Los nuevos escualos acabaron convirtiéndose en los principales depredadores oceánicos. Y entre ellos, como ya sabemos, destacó el citado megalodón.

Según Catalina Pimiento, del Departamento de Biociencias de la Universidad de Swansea (Reino Unido), su aparición, hace 23 millones de años, coincidió con ciertos cambios ambientales que favorecieron la rápida evolución de un gran número de nuevos mamíferos marinos de los que se alimentaba. Tal abundancia propició que el megalodón fuera un gigante desde su mismo origen y que su tamaño no variase con el tiempo. En aquellos momentos existían otros tiburones notables -los ancestros de los actuales blancos nadaban en los mismos mares-, pero ninguno resultó tan imponente.

Gran familia

Podría decirse que, desde un punto de vista evolutivo, los tiburones representan una de las historias de éxito más duraderas. Aunque sus esqueletos cartilaginosos tienen pocas partes duras susceptibles de fosilizar, nos han proporcionado un registro fósil muy rico. De momento se han descrito entre 2,000 y 3,000 paleoespecies de estos fascinantes animales. Lejos de ser criaturas primitivas, los tiburones modernos son los representantes de un excepcional grupo de vertebrados marinos que, pese a todo, ha conseguido hacer de nuestro planeta un hogar permanente. **M**

PARA SABER MÁS

<https://s.si.edu/2HAXI91>, sitio web de Smithsonian Ocean, dedicado a tiburones.

Una espiral letal

A partir de las tomografías computarizadas de un ejemplar excepcionalmente conservado de helicopron, unos paleontólogos de la Universidad Estatal de Idaho (EUA) mostraron en 2014 que sus dientes en espiral se alojaban en la mandíbula inferior.



SIERRA. La dentadura del helicopron, un pez cartilaginoso parecido a los tiburones que vivió hace 280 millones de años, funcionaba como una sierra circular con la que partía a sus presas.

conocen con certeza, desaparecieron más de 70% de los vertebrados terrestres y prácticamente todas las especies marinas. Aun así, algunos linajes de tiburones se sobrepusieron a la catástrofe.

Sobrevivientes

La segunda de estas radiaciones ocurrió durante el Jurásico, hace entre 201 y 145 millones de años. En los océanos de la época, los ictiosaurios -reptiles marinos cuyas formas recuerdan a los

podían alcanzar los 70 km/h.

Documento

76 Parte I

El mal que sigue latente

80 Parte II

Encuentro con el peligro

82 Parte III

En busca de respuesta

TRAS EL RASTRO DE LA PESTE NEGRA

Asesino

Se han logrado grandes avances para erradicarla, pero sin una vacuna, la pandemia más devastadora de la historia continúa matando personas.

POR MARÍA FERNANDA MORALES COLÍN

Parte I El mal que sigue latente

Algunas zonas rurales en el mundo son el escondite perfecto para una asesina que lleva a cuestras unos 200 millones de muertes. Aunque sus crímenes comenzaron a notarse desde el año 541 d.C. y hoy en día su *modus operandi* es conocido y motivo de investigaciones, todavía no se ha logrado erradicarla de la faz de la Tierra.

A finales de abril pasado, esta asesina cobró dos vidas más. La noticia de la muerte de un matrimonio en Mongolia se extendió en los medios internacionales y puso en alerta a las autoridades sanitarias de aquel país asiático y de todo el orbe.

Esta microscópica homicida, capaz de matar en unos cuantos días a sus víctimas, se llama *Yersinia pestis* y es la bacteria causante de la peste negra, una enfermedad que ha provocado al menos tres grandes pandemias en la historia de la humanidad, dejando millones de muertos. ➔



immortal

◀ En su más reciente crimen atacó a sus víctimas luego de que un hombre de 38 años cazara una marmota y compartiera la carne cruda con su esposa embarazada. La pareja comió al menos un riñón y una buena cantidad del animal, pero al hacerlo no imaginaban que en la carne estaba escondido uno de los mayores peligros para la salud humana. Esta mortífera bacteria hizo que el esposo falleciera el 27 de abril y tres días después su mujer.

Tras confirmarse la peste como causa de muerte, las autoridades pusieron bajo observación a poco más de 150 personas que tuvieron contacto directo o indirecto con la pareja. Incluso una decena de turistas internacionales no pudo abandonar la región por al menos una semana, debido a la cuarentena que las autoridades sanitarias implementaron. Tras el paso de los días y ver que no hubo otro caso de infección, fueron dados de alta.

Plaga en la playa

Aunque hoy la peste está erradicada en México, hace más de 100 años hizo su aparición. En octubre de 1902 se presentó una epidemia en el puerto de Mazatlán, Sinaloa. La bacteria llegó por unos marineros infectados que venían a bordo del barco *Curaçao*, procedente de San Francisco, California (EUA). En aquella ocasión se infectaron 824 personas, de las cuales fallecieron 582.

Los primeros brotes se dieron en una vecindad de clase baja cerca del muelle principal. Una de las medidas que se adoptaron fue dividir la ciudad en seis cuarteles, que eran atendidos cada uno por una brigada (conformada por dos médicos, un par de auxiliares sanitarios y un inspector) encargada de incinerar los hogares y trasladar a los enfermos a los centros de aislamiento, entre otras medidas.

Los enfermos fueron tratados con suero hiperinmune de *Yersinia*; en total se aplicaron 17,260 dosis pese a la negación de algunas personas por la creencia de que hacía que murieran con mayor rapidez. Los muertos eran enterrados amortajados en una sábana llena de una solución de bicloruro de mercurio; los cuerpos se depositaban en una fosa profunda entre dos capas de cal. Luego de casi tres años de luchar contra la peste, se logró eliminarla.

En América Latina los contagios están muy localizados y suelen ocurrir en poblaciones rurales que viven en extrema pobreza o cerca de los focos de la enfermedad.

Daño sin fin

Las precauciones tomadas por las autoridades no se pueden tildar de exageradas tratándose de *Yersinia pestis*. Cualquier descuido podría convertirse en una amenaza mundial. Actualmente se sabe que esta plaga es causada por la picadura de pulgas que parasitan pequeños mamíferos o roedores silvestres como ratas, marmotas o ardillas, y que incluso puede contagiarse con el simple contacto con fluidos corporales contaminados. Aunque no existe una vacuna que proteja

por completo contra la peste, ya contraída la infección el tratamiento consiste en antibióticos como la estreptomycinina y la tetraciclina. Lo preocupante es que la medicación tiene que darse durante la primera fase de la enfermedad o resulta mortal.

En países como Madagascar, República Democrática del Congo y Perú, donde es endémica, se han logrado grandes avances para combatirla. Un buen ejemplo de ello es la llamada Unidad de la Peste (en Madagascar), que es el resultado de una colaboración entre el Ministerio de Salud Pública de ese país, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto Pasteur de Madagascar.

En ella, la investigadora Minoarisoa Rajerison se encarga de dirigir a un grupo de 20 personas que tienen como objetivo entender por qué la enfermedad persiste en aquel país. Nada fácil, pues hasta el momento no han logrado ofrecer una respuesta concreta a su incógnita, aunque han tenido progresos.

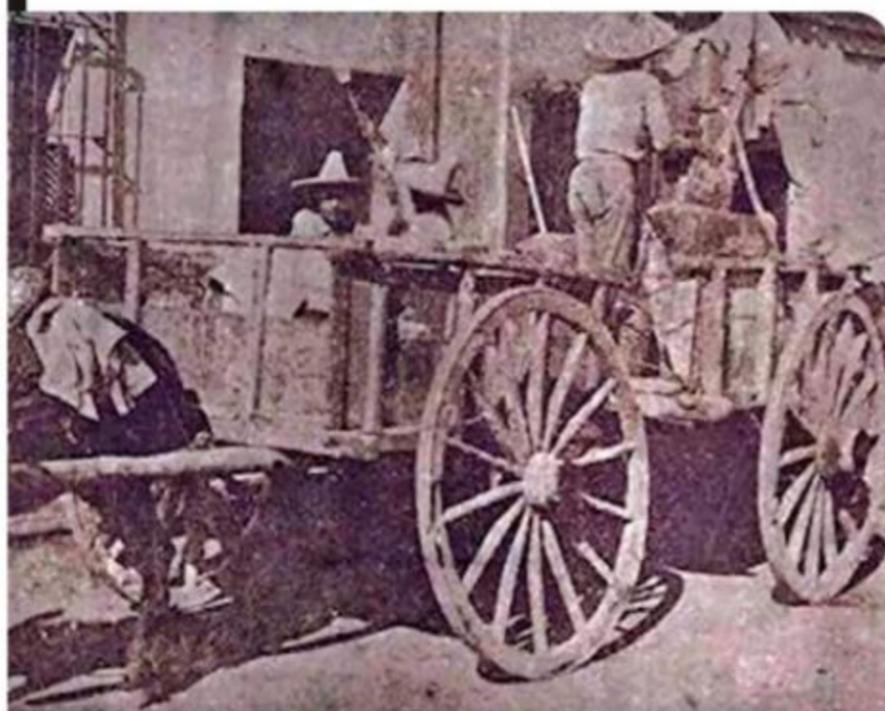
Uno de los frentes clave en que trabajan es acortar el tiempo de diagnóstico de días a horas, pues si no brinda tratamiento lo más pronto posible, sobreviene la muerte. Durante la época más activa, las jornadas de trabajo se extienden horas extra los siete días de la semana, ya que la peste no sabe de horarios y su diagnóstico no puede esperar.

El mayor esfuerzo para combatir a esta asesina se da entre los meses de septiembre a abril en las tierras altas, que es cuando existe un repunte de casos. Durante un brote intenso ocurrido entre agosto y noviembre de 2017, en los días más agitados se

! La primera gran pandemia, la plaga de Justiniano, comenzó en el año 541 d.C. en el Imperio bizantino; ésta fue seguida por frecuentes brotes en los siguientes 200 años, matando a más de 25 millones de personas.

enviaron hasta 250 muestras al Laboratorio Central de la Peste, un centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud que confirma clínicamente cada caso. En aquella contingencia, el Ministerio de Salud Pública de Madagascar reportó en total 2,348 casos, incluidos 202 que terminaron en muerte.

Los síntomas suelen aparecer de dos a cinco días después del contagio, y éste se da cuando una pulga infectada pica a alguien. Entonces comienza la infección: la bacteria entra en la piel y se dispersa a través



FOTOS: SEL; GETTY IMAGES

Crisis en San Francisco

En 1900 la peste llegó a San Francisco, California (EUA) a través de una ruta comercial proveniente de China. En aquel entonces, buena parte de la población era emigrada del país asiático debido a la fiebre del oro (década de 1840) y la construcción del ferrocarril transcontinental (en 1860).

El barrio chino donde vivían los migrantes se convirtió en el distrito más congestionado y empobrecido de la ciudad, y en los edificios de madera que lo constituían murió la primera víctima.

Antes de que se diagnosticara que era peste, la cuarentena fue levantada por presión social y disturbios. La ciudad no sólo batallaba con la plaga, sino con la mala decisión de los funcionarios de negar su presencia incluso ante las autoridades nacionales y los medios de comunicación. La plaga se confirmó en 1901 y tanto el gobierno local como nacional se comprometieron a destinar fondos para aniquilarla y tratar a los enfermos. La campaña de erradicación fue liderada por el médico y soldado Rupert Blue, y San Francisco fue declarada libre de plaga en noviembre de 1908.



del sistema linfático hasta el ganglio más cercano, provocando su inflamación. Físicamente, los pacientes suelen presentar grandes protuberancias en la ingle, axilas o cuello.

Dicha variedad es conocida como peste bubónica y es la más frecuente. Sin embargo, en algunos casos el mal se extiende a los pulmones y evoluciona a una forma más intensa pero menos común, conocida como peste neumónica. Ésta, en lugar de transmitirse por el piquete del insecto, se contagia de persona en persona al momento de toser. Es por ello que diagnosticarla y tratarla resulta primordial: no sólo la vida del paciente está en riesgo, también la de quienes lo rodean.

Búsqueda en todos lados

Para lograr entender cómo *Yersinia pestis* persiste en Madagascar, la Unidad de la Peste realiza análisis del sistema inmunitario de los roedores de la zona, estudia las características genéticas del patógeno e identifica factores de riesgo y agentes ambientales y socioeconómicos que impactan en la aparición y difusión de la plaga. Controlar los brotes no es tarea fácil. Sin embargo, no es el único país que lucha contra la peste.

En Perú, la sola nación endémica de Latinoamérica, la peste es un enemigo al que se combate prácticamente todo el tiempo. Aunque allí no se presentan casos tan constantes como en Madagascar, sí se toman algunas medidas por parte de las autoridades sanitarias

¡NADIE SE MUEVA! Las medidas sanitarias tomadas en Mongolia tras confirmarse que la pareja murió por peste.



para evitar la mayor cantidad de contagios posibles. Una son las desinfecciones ocasionales con insecticidas en polvo; cuando las autoridades sanitarias espolvorean casa por casa las zonas propensas a un brote, piden a la población no barrer por algunos días para no mitigar su efecto de matapulgas. Con frecuencia, el Ministerio de Salud peruano alerta a la población sobre el peligro de la enfermedad y pide su ayuda para controlarla.

El riesgo en esta nación además aumenta porque comer cuyos [un carismático roedor regordete muy sabroso, según quienes lo han ingerido] es algo común en la región andina y éstos también podrían ser transmisores de la enfermedad. Eso fue lo que ocurrió con la

pareja en Mongolia. Comieron carne de marmota cruda, la cual supuestamente es buena para la salud, a decir de las creencias locales. Incluso en esta región oriental, la jugosa carne de dicho roedor es considerada como un manjar y se emplea como ingrediente principal en distintos platillos típicos.

Más allá de las costumbres gastronómicas, el peligro en estos territorios es constante. Las medidas de precaución aumentan y los métodos para evitar infecciones mejoran día con día, pero aun así algunas víctimas no pueden escapar de este mal. Tan sólo entre 2010 y 2015, la Organización Mundial de la Salud notificó 3,248 casos de peste en el mundo, y 584 de ellos fueron mortales.



Parte II Encuentro con el peligro

El periodo más devastador de la peste ocurrió en el siglo XIV. El brote, causante de la segunda gran pandemia, se originó en China en 1334 y se expandió a Constantinopla y Europa. En aquella ocasión más de 50 millones de personas, 60% de la población europea, fallecieron sin saber de qué. Presentaban los síntomas pero desconocían qué los causaba.

Los enfermos tenían dolor de cabeza, fiebre, escalofríos, vómitos, náuseas y dolorosas protuberancias que los invadían

en axilas, cuello o ingle. Conforme la enfermedad avanzaba, los bultos secretaban pus y en algunas ocasiones la piel del enfermo se tornaba color oscuro. De ahí derivó el famoso nombre con el que todavía se le conoce: “peste negra”.

Fue hasta la tercera pandemia a finales del siglo XIX que se descubrió a la asesina. El 30 de julio de 1894, el bacteriólogo suizo Alexander Yersin describió por primera vez la bacteria y tres años más tarde propuso que la diseminación de la enfermedad estaba relacionada con las ratas.

FOTOS: GROSBY; NO SOLO TENDENCIAS

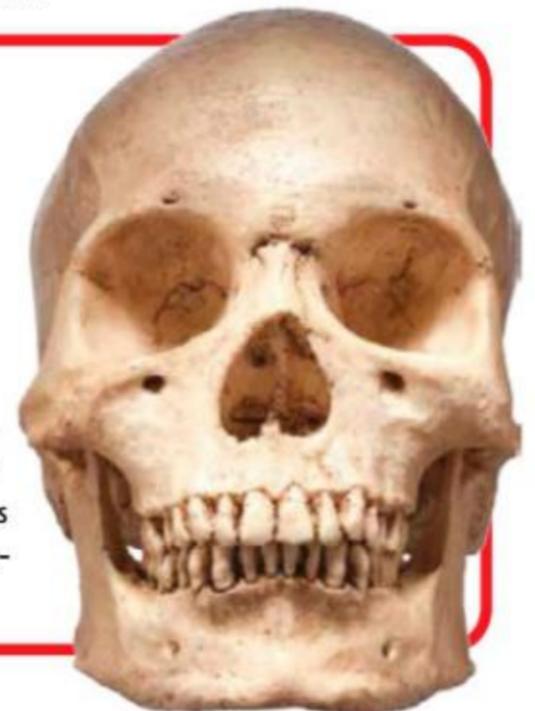
Distintas pestes

Los síntomas comunes en las tres variedades de peste aparecen entre dos a siete días por lo general y consisten en: dolor de cabeza, fiebre, escalofríos, dolor muscular, debilidad, vómitos y náusea. Cada una tiene además ciertas características que te mostramos a continuación:

Peste bubónica: Es la inflamación de los ganglios linfáticos (llamados bubones) debido a que la bacteria se esparce por el sistema linfático. Esta variedad se caracteriza porque físicamente provoca grandes y dolorosos tumores en axilas, ingle o cuello.

Peste neumónica: Es la evolución de la bubónica al llegar a los pulmones. Sus síntomas adicionales son tos, dificultad para respirar, expectoración con sangre y dolor en el pecho al inspirar profundamente. El periodo de incubación es de apenas 24 horas.

Peste septicémica: La infección se propaga directo por el torrente sanguíneo en lugar del sistema linfático. Síntomas adicionales: dolor abdominal, diarrea y sangrado por problemas de coagulación; esto hace que aparezcan manchas negras en la piel.



Imágenes de muerte

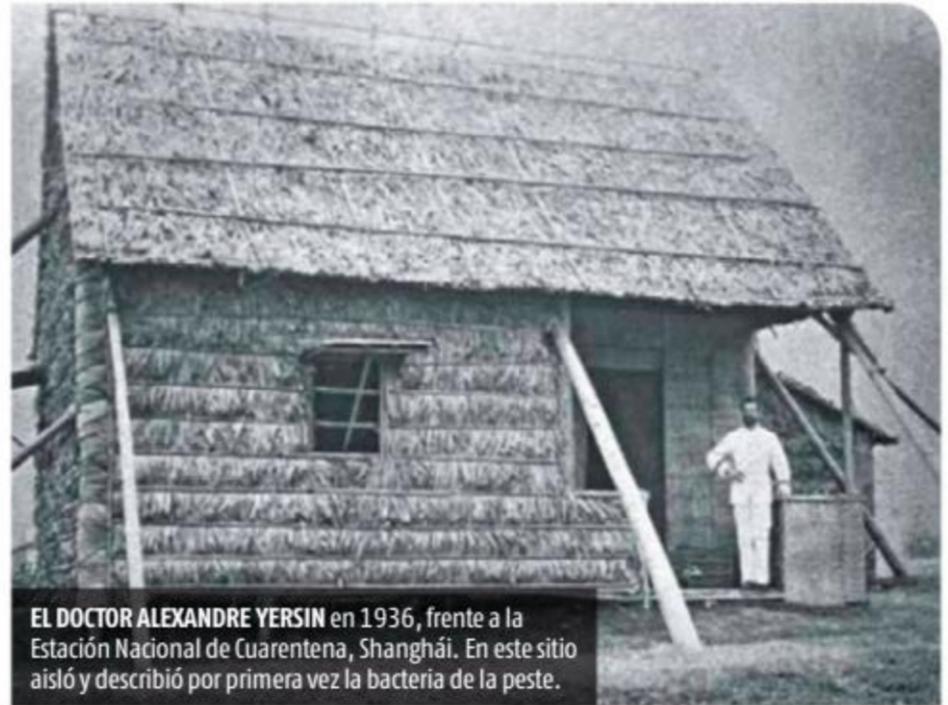
El impacto de la peste negra también se ve reflejado en el arte. A lo largo de la historia y tras los devastadores episodios que ésta ha dejado, la pintura y la fotografía se han vuelto la forma perfecta para contar cómo se vivió y cuál fue su gravedad.



DECENAS DE RATAS MUERTAS en Sídney aparecen en esta terrorífica imagen. El primer caso de peste bubónica en Australia se informó en enero de 1900.



ASÍ DE DESOLADO se veía Mazatlán, Sinaloa, en el martes de Carnaval de 1903 debido a la peste negra.



EL DOCTOR ALEXANDRE YERSIN en 1936, frente a la Estación Nacional de Cuarentena, Shanghái. En este sitio aisló y describió por primera vez la bacteria de la peste.

! La gran mortalidad de la Gran Plaga en Europa hizo que escaseara la mano de obra. Algunos historiadores consideran que fue un factor importante en la aparición del Renacimiento a finales del siglo XIV.

LA PESTE EN ASHDOD (1630-1631). Esta pintura inspirada en la plaga que se dio en Italia fue creada por el artista francés Nicolas Poussin y hoy se exhibe en el Museo del Louvre, en París.



Poco a poco, los secretos de la criminal fueron descubriéndose y el médico japonés Masanori Ogata sumó a las pulgas en la ecuación. Éstas eran el vehículo a través del cual la bacteria se expandía. Tras investigaciones y experimentos sin descanso de distintos científicos, al fin se concluyó en 1902 que ésta era transmitida por las pulgas, que picaban a las ratas y a su vez pasaban su carga a los humanos.

Durante esa tercera pandemia en Hong Kong, se extendió a las ciudades portuarias de todo el mundo. Ahora las ratas viajaban a través de los barcos de vapor, y otra vez fueron las culpables. Poco a poco la peste se controló en la mayoría de las zonas urbanas a las que llegó, y hoy en día hay países que llevan décadas sin presentar un solo caso.

Aquí y ahora

Ahora su letalidad dista mucho del pasado. A excepción de que sea motivo de una noticia viral como el caso de la pareja en Mongolia, tampoco se habla mucho de ella. El peligro continúa, y la amenaza incluso está clasificada por la Organización Mundial de la Salud como una enfermedad infecciosa reemergente, es decir, que está supuestamente controlada pero en cualquier momento, por un descuido, podría provocar una epidemia.

La peste es un mal en extremo difícil de combatir. Esta “homicida” es tan resistente que incluso es capaz de permanecer escondida en la tierra de los bosques cuando las ratas u otro de los animales que le sirven como huésped escasea. Cuando eso

ocurre, libera un tipo de proteínas inhibidoras en las amebas para no ser digerida por ellas y vivir en su interior. Como son uno de los seres vivos más numerosos en el planeta, supone un escondite perfecto para la peligrosa *Yersinia pestis*.

Es por ello que la infección sigue latente en algunas poblaciones rurales de ardillas u otros pequeños mamíferos en América, África y Asia. Tan sólo en las áreas rurales del oeste de Estados Unidos se infectan un promedio de siete personas al año, en su mayoría excursionistas, y tienen que ser tratadas con antibióticos. El repunte de incidentes se da sobre todo en los meses de verano, una época distinta a cuando ocurre en Madagascar.

Asimismo, la bacteria puede utilizar animales rurales y también domésticos como intermediarios para que las pulgas infectadas lleguen a los roedores y de ahí hasta las personas. Los gatos suelen enfermarse e incluso pueden morir, mientras que los perros sólo sirven como “transporte” de éstas.

Parte III En busca de respuesta

Criminal letal que con el tiempo mejora su técnica, así podría definirse a la peste. Aunque el tratamiento con antibióticos ha resultado efectivo tras una infección, la resistencia a ellos comienza a hacerse presente. La búsqueda de una vacuna es una de las principales y urgentes metas para evitar sus estragos.

Hace medio siglo se probó en humanos una vacuna que intentaba combatirla. Durante la Guerra de Vietnam (1955-1975), Estados Unidos desarrolló y probó un tipo de vacuna que se aplicó en los militares que combatieron en dicho conflicto. Ésta dio una efectiva protección contra la peste bubónica solamente a corto plazo, desprotegiendo después a los soldados. Además, resultó inútil cuando se trataba de peste neumónica.

Sabías que...

El restaurante **The Rat Café** abrió en San Francisco con una temática muy peculiar: recordar la epidemia de peste. En él los comensales toman sus alimentos rodeados de ratas que pasean por las mesas. Los roedores son cedidos por la asociación **Rattie Ratz**, que los considera como domésticos.

Un caso similar ocurrió con los experimentos realizados hace más de una década por parte de la empresa estadounidense PharmAthene Inc. y por el Instituto de Investigación Médica de Enfermedades Infecciosas del Ejército de los Estados Unidos que han intentado mejorar, cada uno por su parte, una vacuna

hecha con una proteína llamada LcrV, que se obtiene de la misma bacteria.

Aunque ésta hace un papel de antígeno [es decir, produce una respuesta inmunitaria] y ayuda a prevenir la enfermedad a largo plazo, las pruebas con monos verdes africanos y macacos han hecho notar su inconsistencia por tratar de defender por completo a las víctimas de *Y. pestis*.

Con el paso de los años los experimentos han continuado, generalmente en pruebas que por una u otra razón no resultan



FOTOS: GETTY IMAGES; ROBYN BECK



NUEVO ROSTRO. En 2007 una cepa que infectó a un niño en Madagascar mostró resistencia a ocho antibióticos. Parece que creó su fortaleza tras intercambiar genes con bacterias alimenticias comunes como la salmonela, *E. coli* y *Klebsiella*.

Médico de la plaga

Durante la época medieval, la vestimenta de los médicos encargados de tratar la peste fue tan característica como la enfermedad misma. Durante las epidemias se creía que la bacteria era contagiada por vía aérea y que penetraba en el cuerpo por los poros de la piel. Es por ello que los llamados "médicos de la plaga" se vestían con una enorme bata de cuero encerado o tela gruesa hasta los tobillos, guantes del mismo material, lentes y sombrero de ala ancha. Pero lo más característico de su extravagante atuendo era la máscara con forma de pico de ave. La punta de ésta estaba llena con plantas aromáticas y algunas otras sustancias olorosas (hojas de menta, mirra, pétalos de rosa, clavos de olor, alcanfor y hasta ámbar gris y láudano) que ayudaban a mitigar los malos olores y se pensaba que también purificaban el aire.

Como accesorio extra al característico *outfit*, una vara les servía para alejar a las personas que se acercaban mucho a ellos. La máscara debe su extraña forma a que en un principio se creía que los pájaros eran los transmisores de la enfermedad; hoy se sabe que son inmunes a ella. Este atuendo, usado por primera vez en París, fue inventado por el médico francés Charles de L'Orme en 1619, antes de que la peste invadiera Europa.

EL OUTFIT. Aunque parezca más un disfraz para Día de Muertos, éste era el uniforme que muchos médicos adoptaron al tratar a pacientes enfermos con la peste.

efectivas en su totalidad. Distintos laboratorios en el mundo intentan y prueban con diferentes "ingredientes", pero hasta el momento no se ha logrado dar con la fórmula correcta.

Ésta sí, ésta no

Un enfoque que ha tenido mejores resultados son las "vacunas vivas". En ellas se incluyen microorganismos de la cepa pero sin la capacidad de reproducirse. Al entrar al cuerpo activan el sistema inmunitario e inducen respuestas inmunes al menos por un año contra la peste bubónica. Estas vacunas comenzaron a fabricarse desde la década de 1920 y hoy en día se administran a millones de personas en Madagascar, Indonesia, Vietnam y Rusia.

Empero, su aceptación es renuente por parte de las autoridades sanitarias de Estados Unidos y Europa.

Esta resistencia a usarlas se debe a que no existen datos o investigaciones fiables que confirmen la seguridad en su uso y la protección para la salud del paciente, ya que conservan su capacidad contagiosa cuando se administra por vía intranasal e intravenosa.

Al día de hoy existen, al menos, 17 candidatos a vacuna contra la peste, los cuales han sido probados en diferentes modelos animales, pero sólo dos han completado un ensayo clínico con miras a obtener una licencia por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de Estados Unidos.

! En el siglo XIV, durante las invasiones tártaras a Crimea, la peste se usó como arma biológica. En aquella guerra arrojaron fragmentos de cadáveres por catapultas al interior de la ciudad para intentar debilitar al enemigo.

La peste se encuentra presente en todos los continentes, excepto Oceanía.

Mientras las autoridades y científicos siguen buscando un antídoto, la muerte negra sigue escondida y al acecho de nuevas víctimas. Su control se complica porque al ser transmitida por roedores salvajes, cuyas madrigueras son muchas veces inaccesibles, es muy complicado acabar con todos los animales y pulgas infectadas. Y aunque se logran exterminar, la bacteria puede continuar escondida durante años en los cadáveres o en las amebas, contagiando así a nuevos individuos, repitiendo su ciclo.

A pesar de los grandes esfuerzos que se han hecho para combatirla, los resultados no han sido los esperados: erradicarla de la faz de la Tierra no parece ser una opción factible a corto plazo. **M**

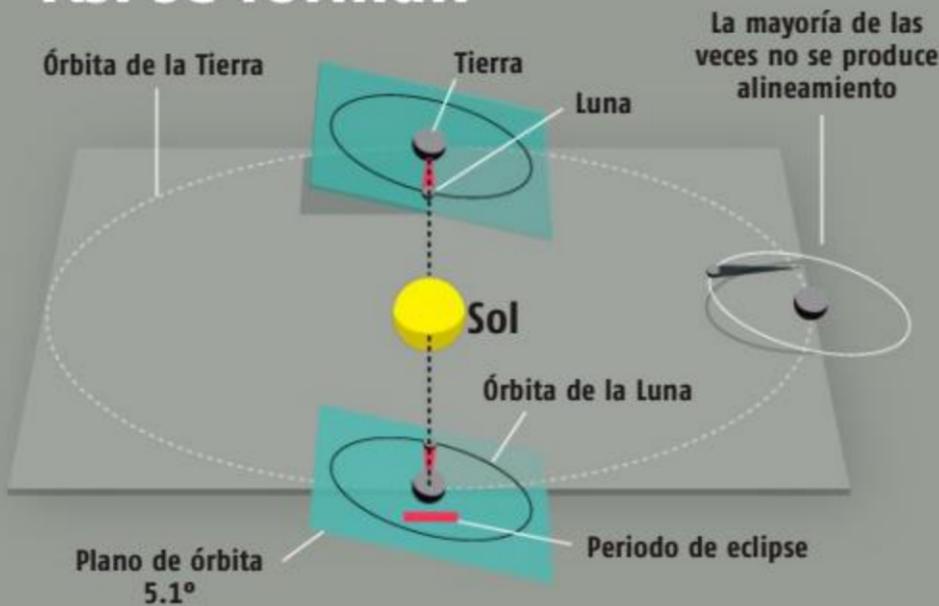
PARA SABER MÁS

Black Death at the Golden Gate, de David K. Randall. 2019.

¿Dónde podrán verse los próximos eclipses solares?

El 12 de julio de 2019 la Luna se interpuso entre la Tierra y el Sol, oscureciendo por completo la luz de nuestra estrella, un fenómeno que resultó observable en toda su plenitud desde Chile, Uruguay, Argentina y amplias zonas del Pacífico. Esto ocurre por pura casualidad: desde que el satélite terrestre se formó –hace unos 4,500 millones de años–, ha ido alejándose alrededor de cuatro centímetros por año, y ahora mismo está a la distancia justa para ocupar en el cielo exactamente el mismo tamaño visual que el Sol y, por tanto, ocultarlo. Aquí puedes consultar dónde y cuándo tendrán lugar los próximos 47 eclipses solares. **M**

Así se forman

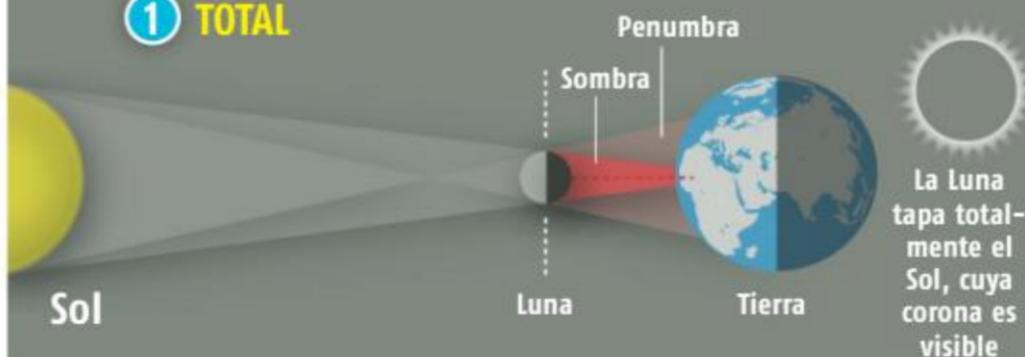


Este fenómeno ocurre cuando la Tierra, la Luna y el Sol se alinean en el mismo eje. Debido a que tanto nuestro planeta como su satélite describen órbitas elípticas, y dado que la órbita de la Luna está inclinada 5.1 grados con respecto a la de la Tierra, dicha alineación sólo puede tener lugar dentro de una ventana de 34.5 días. Se llaman periodos de eclipse y ocurren cada 183.3 días como promedio.

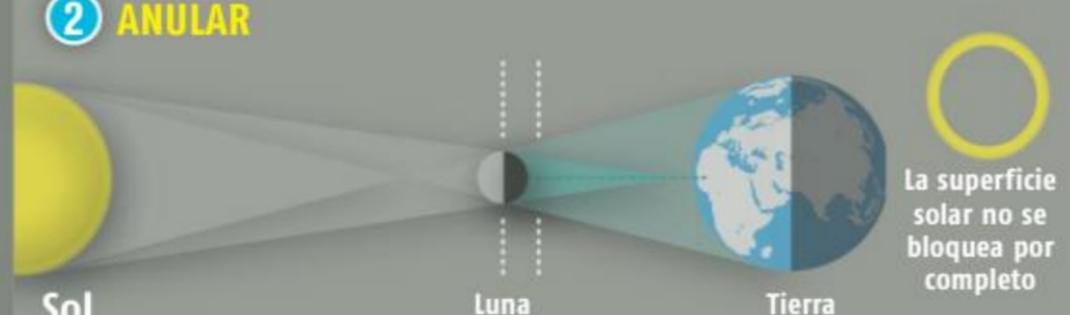
Modalidades

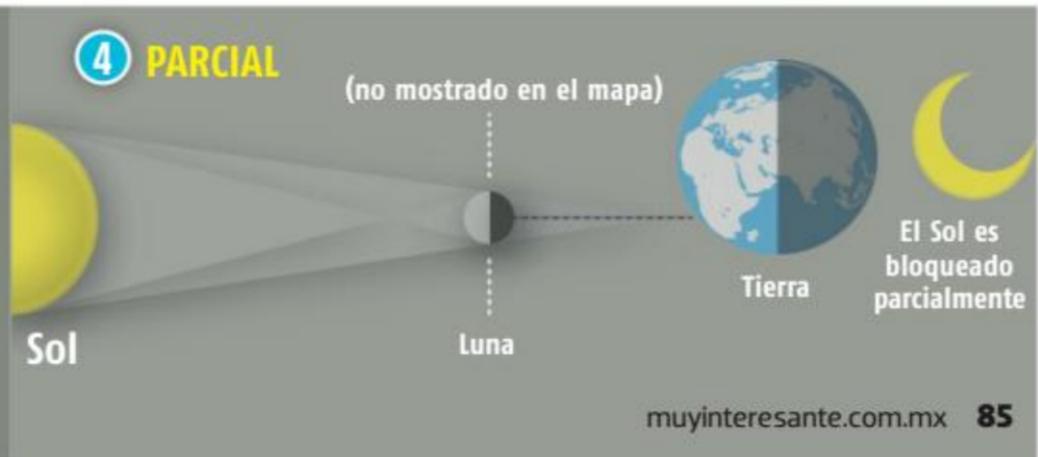
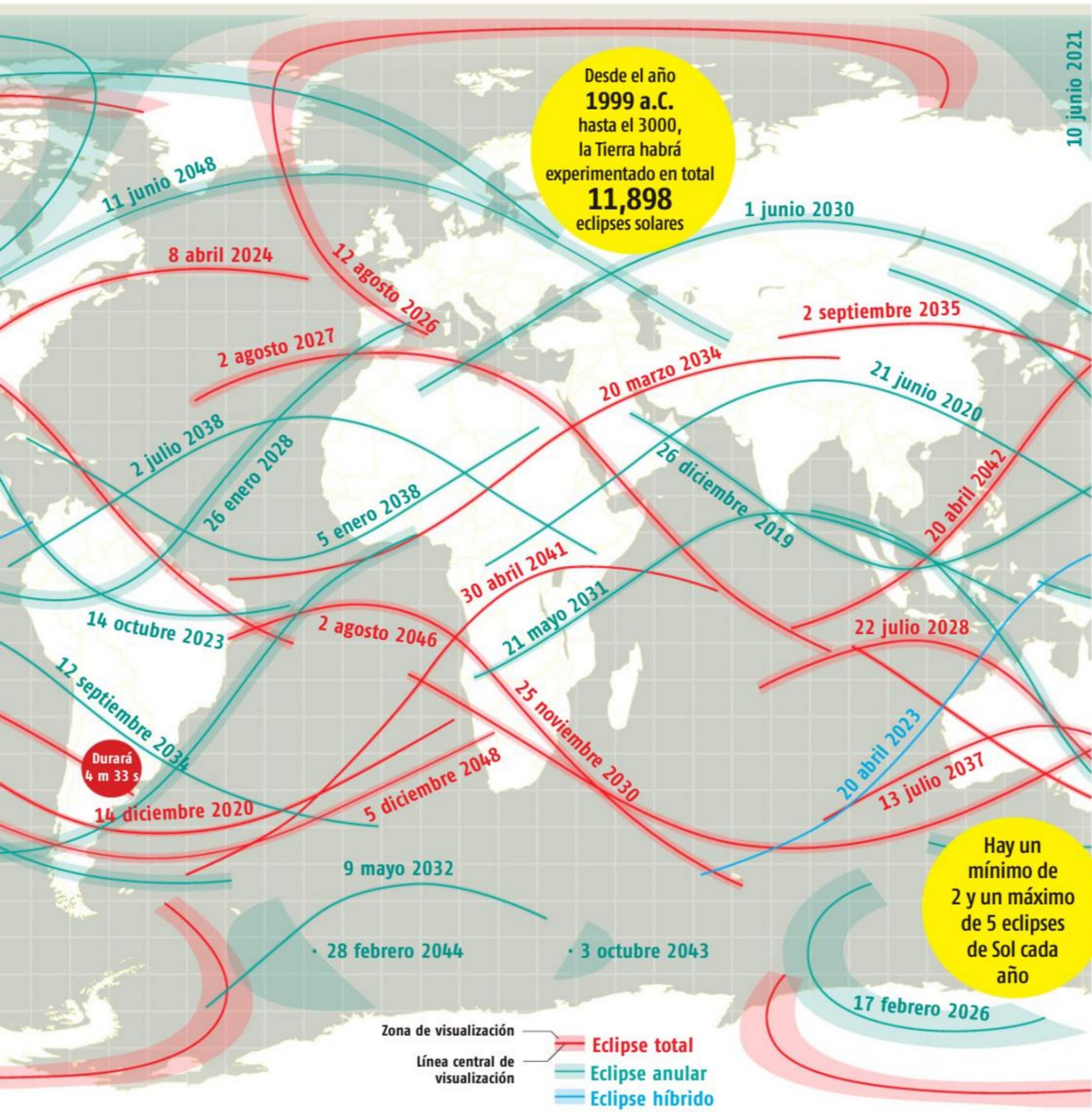
Los eclipses solares se producen porque el Sol es 400 veces más ancho que la Luna y, casualmente, está 400 veces más lejos, por lo que ambos ocupan el mismo tamaño en el cielo. Según el grado de encaje de las dos figuras, existen cuatro tipos:

1 TOTAL



2 ANULAR







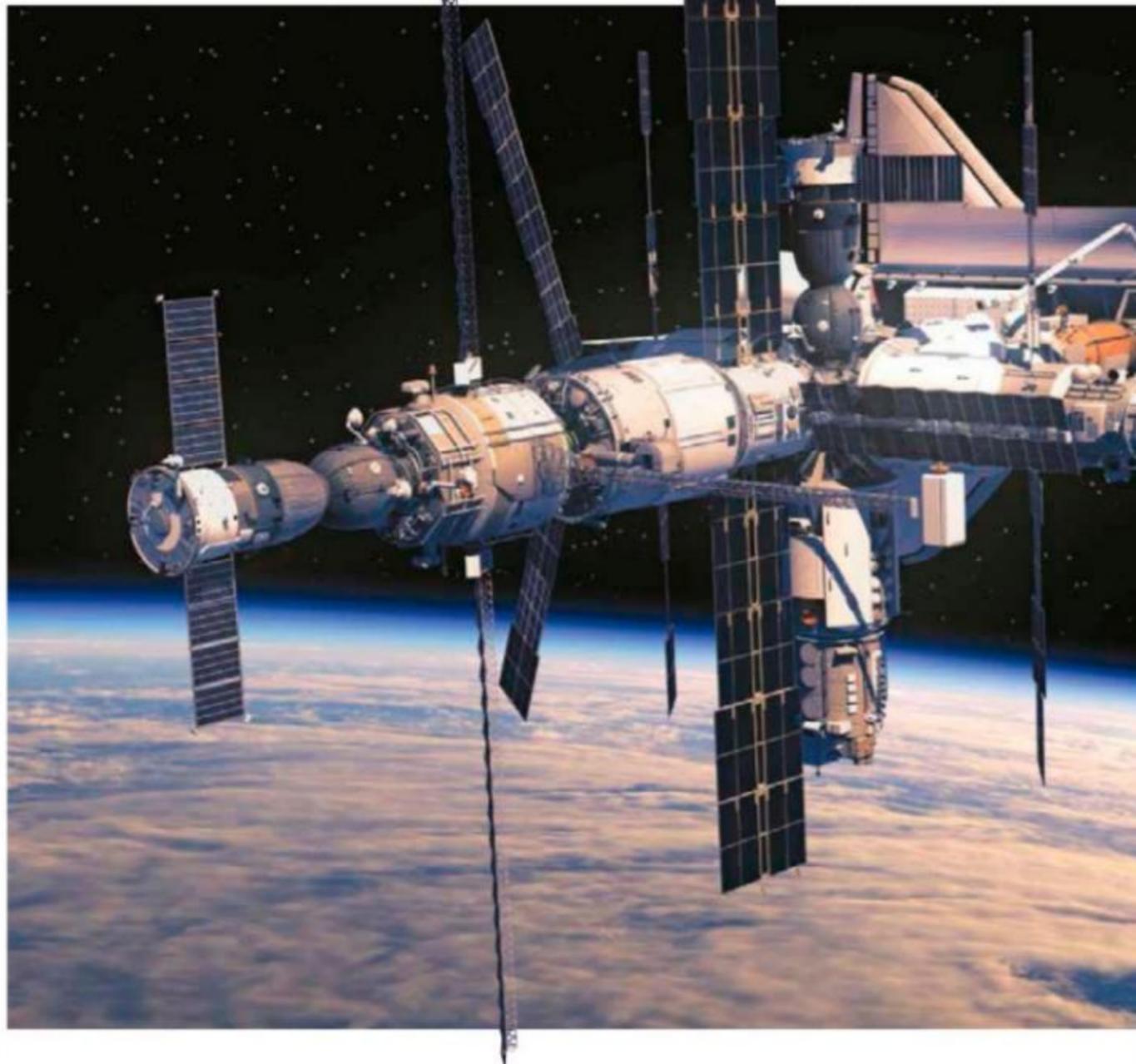
SALUDOS. Salyut 1 fue lanzada en abril de 1971 por la Unión Soviética. La palabra rusa *salyut* significa "saludo" en español.

En 1869, el estadounidense Edward Everett Hale imaginó lo que nadie en su cuento *The Brick Moon*, publicado por entregas en el semanario *The Atlantic Monthly*. A lo largo de cuatro capítulos narró con detalle la preparación y construcción de una estación espacial tripulada, curiosamente hecha de ladrillo. Más de un siglo después, la realidad superó la ficción: los soviéticos lanzaron el primer módulo de la estación Mir, por la cual pasaron decenas de cosmonautas y astronautas durante 15 años hasta que, al final, cayó en los mares del Pacífico sur.

Carrera espacial

La historia de las estaciones espaciales comenzó en 1971, 15 años antes del lanzamiento de Mir ("paz", en ruso). En abril de aquel año, la Unión Soviética dio un gran salto en la conquista del Cosmos y en la carrera espacial contra Estados Unidos con la puesta en órbita de Salyut 1. Tres cosmonautas permanecieron ahí 23 días haciendo investigaciones, aunque el "laboratorio flotante" terminó su misión a los seis meses, cuando se desintegró al ingresar en la atmósfera de nueva cuenta.

A los dos años, los estadounidenses hicieron lo propio con el lanzamiento de Skylab, la cual estuvo habitada casi de manera continua hasta que, en 1979, cayó al océano Índico. Su vida útil había terminado y pensar en una estación que permaneciera por más tiempo parecía complicado. No obstante, la Unión Soviética volvió a marcar un hito cuando construyó una estación más compleja donde además, tras la caída de la URSS, trabajarían astronautas estadounidenses: algo impensable durante la Guerra Fría.



Hazaña soviética

Antes de la Estación Espacial Internacional, fue Mir la que marcó un hito como el primer laboratorio orbital habitado de manera permanente. **Por Georgina Vega**

Mir y sus hermanas

Después del lanzamiento de la primera estación espacial de la historia, que formaba parte del programa Salyut, los rusos siguieron enviando más estaciones con ese nombre. Entre 1972 y 1982, ocho Salyut más fueron puestas en órbita, pero ninguna con las características de Mir, que sustituiría a la Salyut 7. Aunque se parecía en la forma

a esta última, su estructura era única, pues permitiría la adición de futuros módulos, además de que sería la primera base espacial habitada de forma permanente —aunque al principio sólo estaba prevista para que funcionara cinco años—.

Al igual que las estaciones Salyut, el módulo principal o central fue lanzado en el cohete Protón desde un lugar secreto de Kazajistán el 20 de febrero de 1986. A mediados de marzo la URSS ocupó otra vez los principales espacios de los periódicos y la televisión. La primera tripulación, formada por Leonid Kizim y Vladimir Solovyov, había llegado a bordo de la nave Soyuz a la base Mir, situada a 400 kilómetros de la superficie terrestre.

Sabías que...

La carrera espacial entre Estados Unidos y la antigua Unión Soviética comenzó en 1957, con el lanzamiento del satélite *Sputnik*.





ÚLTIMO VIAJE. Los tripulantes de la nave Soyuz 11 (Dobrovolsky, Volkov y Patsayev) fallecieron durante su retorno a la Tierra.

NUEVA CASA EN EL ESPACIO. Mir fue la primera base espacial habitada de forma permanente. Se mantuvo en activo desde 1986 hasta 2001.

En 1987 los soviéticos añadieron el primer módulo de expansión y a los dos años otro más, mismo que incluía una bolsa de aire que permitía a la tripulación salir para hacer caminatas o reparaciones. En 1990, cuando la URSS había llegado a su fin y con ello la Guerra Fría, un nuevo módulo se sumó a la estructura, equipado con herramientas de observación de la Tierra. Cinco años después fue agregado otro para la investigación geofísica.

En 1996 se añadió el sexto y último módulo, con lo que Mir llegó a las 130 mil toneladas con un área habitable de 350 metros cúbicos. Por su forma alargada, el astronauta estadounidense Jerry Linenger, quien vivió en la estación, la comparó con "seis autobuses conectados".

Shuttle-Mir y el anuncio del fin

Fue justo dos años antes de la instalación de ese último módulo, en 1994, cuando se puso en marcha el Shuttle-Mir, un programa de colaboración entre Rusia y Estados Unidos que nació en 1992 y consistió en 11 misiones. Cosmonautas y astronautas viajaban en transbordadores de la NASA y

en naves Soyuz para trabajar juntos en el centro de investigación orbital. Entre sus muchos logros, esta cooperación ayudó a preparar el camino para la creación de la Estación Espacial Internacional, proyecto encabezado por la NASA y la Agencia Espacial Federal Rusa.

Tras 11 años funcionando, en 1997 Mir comenzó a tener problemas. El más grave fue en febrero, cuando hubo un incendio en el interior de la estación, y en junio, cuando la nave no tripulada Progress, que llevaba suministros, colisionó con uno de los módulos habitables, lo que marcó el principio del declive. Aun así, astronautas y cosmonautas siguieron viajando hacia Mir durante cuatro años más.

En aquella época, Vladimir Semyachkin, quien desarrolló los sistemas de control de movimiento de las naves y estaciones del programa espacial ruso, ya anticipaba con tristeza su caída: "Es una pena... vamos a tener que poner a dormir a nuestro hijo que dimos a luz hace muchos años. Pero entendemos que a veces no hay nada que hacer. Uno no puede sentarse en dos sillas al mismo tiempo (refiriéndose a la Estación Espacial Internacional, que estaba por lanzarse). Sin embargo, a pesar de esta tristeza, aún esperamos el futuro con mucha esperanza".

Aunque había durado 15 años en órbita, la Mir era ya obsoleta, por lo que el gobierno ruso decidió concluir la misión en marzo de 2001, destruyendo la estructura de manera controlada. El 22 de ese mes los últimos tripulantes –Sergei Krikalev, Yuri Guidzenko y William Shepherd– regresaron al Centro Espacial Houston. Un día después, la estación cayó al océano Pacífico.

"Estoy especialmente triste en estos días. Está terminando toda una era de

Terror en Soyuz

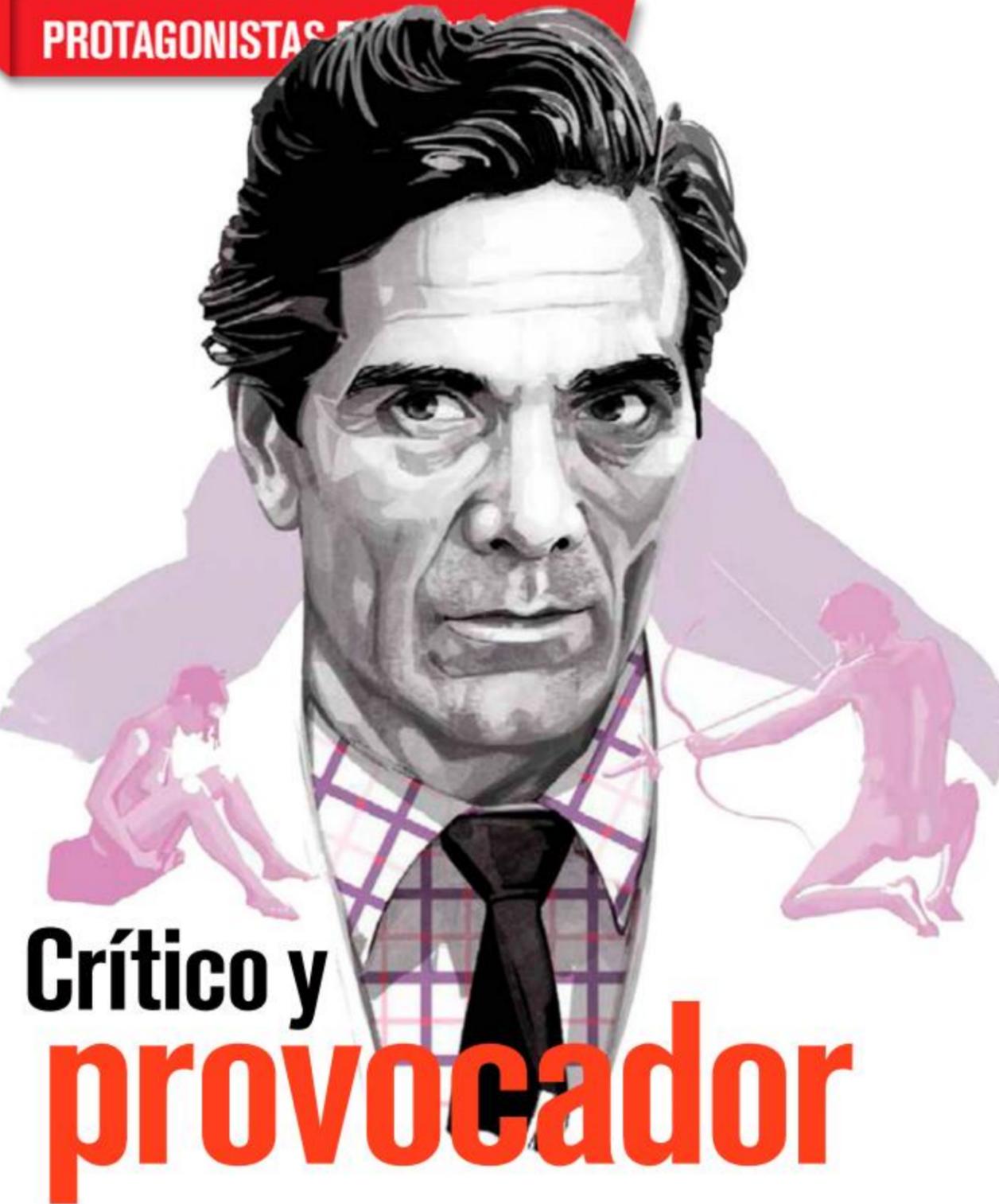
Fueron dos las tripulaciones que viajaron a la primera estación espacial de la historia, la Salyut 1, en 1971. La primera tuvo que regresar de inmediato a la Tierra porque no pudo abrir la escotilla; mientras que la segunda logró permanecer 23 días en la estación, sin imaginar que de vuelta al planeta perderían la vida: los tres cosmonautas que viajaban en la nave Soyuz 11 murieron asfixiados debido a que el aire escapó de la cápsula.

nuestro programa espacial soviético, en el que invertimos no sólo nuestro dinero, sino lo que es más importante: nuestro potencial intelectual", expresó Anatoly Solovyov, quien vivió 651 días en Mir.

Los récords

Tres años después de la puesta en órbita de la Estación Espacial Internacional, Mir concluyó su misión, luego de haber orbitado la Tierra 86,000 veces. Además habían pasado por ella 104 astronautas y cosmonautas que llevaron a cabo 23,000 experimentos. Por si fuera poco, en la desaparecida estación rusa se registró el récord de la mayor estadía continua en un centro de investigación orbital: Valeri Polyakov vivió ahí durante 437 días, 17 horas y 38 minutos entre 1994 y 1995. Ello sin tomar en cuenta los días de su viaje anterior: 241 días. En total fueron 678 días; sin embargo en 1999 su compatriota Sergei Avdeyev rompió el récord del tiempo total, con una permanencia de 747 días. **M**

Fuentes: *The Story of Space Station Mir*, de David M. Harland, Springer; *The Rebirth of the Russian Space Program: 50 Years After Sputnik*, *New Frontiers*, de Brian Harvey, Springer; *Letters from MIR: An Astronaut's Letters to His Son*, de Jerry M. Linenger, McGraw-Hill; nasa.gov



Crítico y provocador

Cineasta, novelista, poeta, ateo y marxista, Pier Paolo Pasolini fue uno de los intelectuales italianos más importantes de la posguerra. Por Francisco Herrera Coca

Pier Paolo Pasolini conmocionó a Italia dos veces en 1975. La primera, con el estreno de *Saló o los 120 días de Sodoma*, cinta 'maldita', censurada en varios países que hasta el día de hoy incomoda y fascina a las audiencias; la segunda, con su trágica muerte a fines de ese año, asesinado brutalmente en un crimen que ha dado pie a un sinnúmero de especulaciones.

La mañana del tres de noviembre de 1975, Maria Teresa Lollobrigida, un ama de casa, regresaba a su hogar acompañada de su familia. Eran las seis y media y el sol comenzaba a iluminar la localidad de Ostia, ubicada a unos 30 kilómetros de Roma. Al estacionar su automóvil la mujer le comentó, molesta, a su hijo: "Sólo mira a estos desgraciados que vienen a tirar su basura justo enfrente de nuestra casa".

Irritada, bajó de su vehículo para descubrir con horror que los despojos pertenecían a un ser humano. Como ella misma narró horas después a la policía, se trataba del cuerpo de un hombre cuya cabeza había sido aplastada —después se sabría que habían usado el propio coche de la víctima para hacerlo— y parte de su cuerpo se había quemado. El cadáver, irreconocible en ese momento, era el de Pier Paolo Pasolini.

Al otro día todos los periódicos llevaron la noticia en primera plana; incluso, el diario *L'Europeo* publicó la fotografía del cadáver del cineasta, cruelmente golpeado y mutilado. La noche anterior Pasolini había sido visto por última vez en un bar cerca de la estación Termini, en Roma, de donde salió acompañado de Giuseppe Pelosi, un ladrón de poca monta que en la madrugada había sido arrestado por manejar a exceso



Pasolini en breve

- **Nombre completo:** Pier Paolo Pasolini.
- **Fecha y lugar de nacimiento:** 5 de marzo de 1922 en Bolonia, Italia.
- **Fecha y lugar de fallecimiento:** 2 de noviembre de 1975 en Ostia, Italia.
- Pasolini fue un poeta, dramaturgo, novelista y cineasta italiano. Escribió varios poemarios que se encuentran agrupados en los dos volúmenes de *Toda la poesía*, publicados por Mondadori en 2003.
- Escribió obras de teatro y 10 novelas, entre las que destacan: *Una vida violenta* (1959), *Amado mío* y *Petróleo*; estas dos últimas publicadas de manera póstuma en 1982 y 1992, respectivamente.
- Prolífico ensayista, dirigió con el poeta Alberto Moravia la revista *Nuovi Argomenti*.
- Debutó como director de cine en 1961 con *Accattone*. Entre sus principales filmes están *Mamma Roma* (1962); *El Evangelio según San Mateo* (1964); *Edipo Rey* (1967); *El Decamerón* (1971); *Los cuentos de Canterbury* (1972); *Las mil y una noches* (1974) y *Saló o los 120 días de Sodoma* (1975).
- En el Festival de Berlín ganó el Premio del Jurado en 1971 por *El Decamerón* y el Oso de Oro al año siguiente por *Los cuentos de Canterbury*. En 1974 recibió el Premio Especial del Jurado en el Festival de Cannes por *Las mil y una noches*.

de velocidad un Alfa Romeo robado, el cual horas más tarde se supo que pertenecía a Pasolini y que había sido utilizado para asesinarlo.

El poeta friulano

Pasolini era un hombre de izquierda, radical y anticlerical nacido en el seno de una familia conservadora. Su padre, Carlo Alberto Pasolini, era un militar que alguna vez salvó de un atentado al dictador Benito Mussolini; y su madre, Susanna Colussi, una profesora.

Pasolini descubrió las letras desde pequeño y a los siete años escribió sus primeros poemas. Admirador de Fiódor Dostoievski y Arthur Rimbaud, Pier Paolo estudió Literatura e Historia en la Universidad de Bolonia

Un cineasta lírico

Pier Paolo Pasolini no veía una diferencia entre poesía y cine. Esa misma necesidad que sentía de pequeño por plasmar su visión del mundo lo acompañó a lo largo de su vida. Aunque fue el cine lo que le dio un mayor reconocimiento, Pasolini siempre se consideró un poeta y explicaba sus creaciones a través de la lírica.

Pasolini no tuvo instrucción cinematográfica: llegó a este medio casi por casualidad,

y publicó sus primeros textos mientras colaboraba como editor de la revista *Il Setaccio*. Su aprendizaje intelectual se vio enriquecido durante un viaje a Alemania donde tuvo un primer acercamiento a las teorías marxistas. Autonombrado comunista, Pasolini siempre tuvo un acercamiento muy poco ortodoxo con dicha ideología.

El estallido de la Segunda Guerra Mundial lo obligó a huir de la ciudad; fue tomado prisionero por los nazis, aunque escapó: el joven se refugió en un pueblo llamado Casarsa, al noroeste de Italia, en la región conocida como Friuli-Venecia Julia, donde pasó una larga temporada y aprendió el idioma friulano, mismo que hablaba su madre de pequeña y el cual usó Pasolini para escribir su primer libro de poemas: *Poesie a Casarsa*.

Ahí también conoció de cerca un medio rural lleno de carencias, donde la gente sobrevivía con lo mínimo pero mantenía una intensa fe. Su marxismo lo llevó a inscribirse en el Partido Comunista italiano tras el fin de la guerra, pero fue expulsado en cuanto se supo que era homosexual.

En 1950 volvió a Roma y quedó fascinado por el bajo mundo de criminales, prostitutas, proxenetas y corrupción que retrató en sus primeras novelas, *Ragazzi di vita* y *Una vida violenta*, donde aborda la vida de los suburbios de la capital italiana.

El cineasta-poeta

Los libros de Pasolini recibieron buenas críticas y pronto incursionó en el cine, donde dio continuidad a las historias que había abordado en sus novelas. Su debut, *Accattone*, cuenta la historia de un proxeneta cuya vida sale de control tras el arresto de la prostituta que maneja. "Una poética nacida de la manipulación estética de los crudos ambientes, tipos y lenguaje

por ello en sus primeras cintas evitó meterse en problemas técnicos y, a diferencia de su literatura, que exhibía una gran complejidad formal, decidió hacer un cine "simple".

En *Accattone*, Pasolini sentó las bases del estilo que lo identificaría: tomas breves, sin grandes complicaciones técnicas, iluminadas con luz natural; además del uso del doblaje en lugar del sonido directo, incluso con la voz de actores distintos a los que aparecen en pantalla y la presencia de actores no

del subproletariado romano", diría el ensayista Román Gubern en su *Historia del cine* sobre las primeras cintas del autor italiano.

Su segundo filme, *Mamma Roma*, sigue la línea de *Accattone*. Pero vino un cambio en su tercer trabajo: *El Evangelio según San Mateo*, donde el director cuenta la historia de Jesucristo como si fuera un documental.

Tras la imposibilidad de usar los escenarios de Palestina, destruida desde esos días por el conflicto bélico con Israel, Pasolini buscó en las zonas rurales del sur de Italia, como Lucania, Apulia y Calabria donde, a decir del propio cineasta, la gente vivía aún en condiciones propias de la época feudal. Rodada a dos cámaras con mayoría de actores no profesionales, Pasolini retrata a un Cristo marxista alejado del glamour de las producciones religiosas hollywoodenses.

La película le valió el Premio del Jurado en el Festival de Venecia y un premio BAFTA. Curiosamente, esta visión desmitificadora fue calificada por la Oficina Católica Internacional de Cine como la mejor trama sobre la vida de Cristo filmada hasta entonces.

Pasolini era un feroz crítico del corrupto sistema de gobierno italiano y aprovechó su fama para denunciarlo, lo que le ganó una infinidad de enemigos a los que más tarde se sumó la Iglesia católica por la forma cáustica en que retrataba la religión en varias de sus producciones; incluso pasó unos meses

profesionales, con lo cual retomó la tradición del neorrealismo italiano, que dos décadas atrás se apoyó en tal recurso en busca de dotar de mayor realismo a las películas.



en la cárcel por la sátira anticlerical del segmento que dirigió en la película *Ro.Go.Pa.G.*

Trilogías de vida y muerte

Su consagración como cineasta llegó con su *Trilogía de la vida*, compuesta por las adaptaciones de los clásicos literarios *El Decamerón* (1971), *Los cuentos de Canterbury* (1972) y *Las mil y una noches* (1974). En estas tres películas, compuestas por historias breves, Pasolini combina el humor negro y el erotismo. Los filmes fueron un éxito rotundo y le abrieron las puertas para un nuevo proyecto, bautizado por el artista como *La trilogía de la muerte*.

En 1975 Pier Paolo estrenó *Salò o los 120 días de Sodoma*, una de las cintas más polémicas y difíciles de ver en la historia del celuloide. Basada en la novela homónima del Marqués de Sade y ambientada en la Italia de la posguerra, el filme, calificado como "sádico y atroz", era una crítica de la decadencia en la que se había sumido el país. Cabe recordar que varios altos oficiales fascistas mantuvieron sus puestos tras la caída del régimen de Mussolini y no soportaban que les recordaran sus crímenes.

Al poco tiempo del estreno, el cadáver del artista fue encontrado hecho pedazos; las autoridades resolvieron el asesinato con premura y Pelosi fue a prisión, aunque en la opinión pública quedó la sospecha de que se trataba de un crimen orquestado desde más arriba, desde las oficinas de los poderosos que trataban de silenciar una de las voces más críticas de Italia. Pese a su prematura muerte, la obra de Pasolini siguió su camino y sobrevivió con gallardía a quienes trataron de acallarla hasta hoy. **M**

Sabías que...

El British Board of Film Classification rechazó *Salò* en 1975, prohibiendo su exhibición en el Reino Unido; fue hasta el año 2000 cuando se permitió estrenar la cinta clasificada como "sólo adultos".



JASON BOURNE

y el nuevo acecho

Jason Bourne es un espía de ficción creado por el prolífico escritor —y a quien muchos llaman el padre del thriller moderno—, Robert Ludlum.

La novela en que debutó este personaje, *La identidad Bourne*, fue publicada en 1980 y tenía lugar durante la Guerra Fría. En ella, un hombre con heridas de bala es rescatado del mar por pescadores franceses, pero él no recuerda quién es ni cómo llegó ahí; la única pista es un pedazo de microfilme que tiene incrustado en la cadera con un número de cuenta de un banco en Suiza. A partir de ahí, el sujeto, quien en el banco obtiene por fin un nombre, Jason Bourne, regresará sus pasos para tratar de descubrir quién es. Tras una miniserie de TV homónima protagonizada por Richard Chamberlain, la novela fue llevada a la pantalla grande en una producción de gran presupuesto en 2002.

Sr. Bourne, supongo

Si va a llevarse al cine al personaje de Ludlum, sería anacrónico situarlo en la Guerra Fría (a menos que se quiera hacer un filme de época). Así, *Identidad desconocida* (*The Bourne Identity*), de Doug Liman, se estrenó en el clima de paranoia y cuestionamientos al gobierno estadounidense que prevalecía tras los ataques del 9/11, ¡aunque fue rodada un año antes! Igual que en la novela original, Bourne (Matt Damon) es encontrado inconsciente cerca de Marsella y al despertar no tiene idea de quién es o cómo llegó ahí. A lo largo de la trama se revela que es un asesino entrenado para hacer el trabajo sucio de la CIA. Atormentado por la culpa, Bourne quiere salirse del juego, pero como ahora es un eslabón suelto, debe ser eliminado por sus patrones.

En su momento fue atacada por la crítica, supuestamente porque la cinta no iba a ningún lado y el argumento sólo era un



PERSONAJE. El actor Matt Damon ha dado vida a Jason Bourne, un espía extraordinario.

montaje para que lucieran las escenas de acción; *Identidad desconocida* tuvo, sin embargo, un gran recibimiento por parte del público y la verdad es que rompía muchas convenciones del subgénero del espionaje. Para empezar, no existía el "bueno" de la película: cierto es que el personaje de Bourne lograba empatía con el público, pero éste era a final de cuentas un asesino entrenado. En segundo lugar, en el guion se dice abiertamente que la CIA manda matar a diestra y siniestra a cualquier figura mundial que no "coopere" con EUA y a los directivos de Treadstone, el programa al que perteneció Bourne, se les presenta arreglando los cabos sueltos como si fueran mafiosos de una cinta de Martin Scorsese.

El subgénero del espionaje en el cine estuvo de capa caída al caer la Guerra Fría, pero los filmes de Jason Bourne lo renovaron para una nueva época. Por Olivier Fuentes

La producción se convirtió en una inyección de vitalidad para el subgénero; la cámara móvil, los acercamientos y los cortes en la edición hacían que las escenas de pelea lucieran tremendas, además de dar gran dinamismo a la narrativa. Pronto ese estilo se dejó ver en viejas franquicias de espionaje, como los de James Bond, además de generar películas similares.

Dos años después llegó *La supremacía Bourne*. Los productores decidieron reemplazar a Liman en la dirección y el sustituto, Paul Greengrass, le imprimió más dinamismo y frescura a la saga, tanto que será él mismo quien se encargue de los filmes subsiguientes, convirtiéndolo en una franquicia redituable y del agrado del público.

En esta segunda entrega, Bourne debe salir de su refugio en India cuando es inculpa- do de matar a dos experimentados agentes de la CIA durante una operación; pero todo es una trampa puesta por Abbott, uno de los directivos de la agencia que se quedó sin castigo en la cinta anterior y ahora trata de cubrir sus huellas de corrupción. En medio de la persecución, otra alta operativa de la CIA, Pamela Landy, ayudará a Bourne en secreto, con lo que se inaugura el juego del agente bueno/agente malo que estará presente en este filme y sus secuelas.

La crítica se ensaña de nuevo con Bourne, pero al público le encantan los filmes, quizá por la fascinación que causa la fantasía paranoide de que el gobierno nos vigila. Pero también está el hecho de que, después de la Guerra Fría y el narcotráfico, los filmes de espionaje encontraron un némesis digno. Qué importa que éste se encuentre en casa. La historia del espía renegado terminaría con esta entrega, pero el éxito fue tal que los escritores hicieron gala de todo su talento para convertir el final de *Supremacía* en un no-final y poder traer a Bourne a una tercera entrega.

El último y el último-último filme

Bourne: El ultimátum (2007) retoma el final de *Supremacía* para integrarlo a otra trama de intriga y misterio. Bourne recuerda más acerca de su vida pasada y de su misterioso ingreso al programa Treadstone; pero dicho programa será sustituido por otro peor: *Blackbriar*, en donde (por supuesto) se



PROTAGONISTAS. La mancuerna Bourne: el actor Matt Damon (izquierda) y el director Paul Greengrass.

trata de que la CIA dará la orden de matar a diestra y siniestra a quien sea contrario a sus intereses, incluidos aliados extranjeros. Esta vez, Bourne no sólo va contra sus perseguidores, sino que, de nuevo con ayuda de Pamela Landy, hará pública la creación de Treadstone. El estilo narrativo característico de la saga, es decir, la cámara móvil, las peleas coreografiadas acompañadas de rápidos *close-ups* y ediciones muy movidas fueron reconocidos en 2008 por la Academia y *Bourne: El ultimátum* obtuvo los Oscar por Mejor edición, Mejor sonido y Mejor mezcla de sonido.

Sabías que...

A diferencia de James Bond, el agente 007, que utiliza modernos artilugios de ficción, todo lo usado por Jason Bourne en las novelas eran aparatos existentes que en su momento se encontraban disponibles y al alcance de todo el mundo.



El filme llegó en un momento donde la población estadounidense cuestionaba a su gobierno por las duras acciones antiterroristas emprendidas tras el 9/11. Durante el evento de presentación de la cinta a la prensa, el actor Matt Damon se encontraba muy emocionado porque decía que la película era la respuesta lógica al sentir del pueblo estadounidense, que se sentía engañado y traicionado por su gobierno. El director Paul Greengrass señalaba que la trama sólo era un divertimento, un escapismo para participar de esa conspiración en la que el gobierno puede espiar y verificar la vida completa de cada uno de los habitantes del planeta.

Sin embargo, tras los sucesos verídicos que inspiraron películas como *El quinto poder* (2013) y *Snowden* (2016), pudo verse que dicha fantasía paranoide no lo era tanto. Las revelaciones de que el gobierno estadounidense empleaba las redes sociales para vigilar a quien quisiera, inspiraron una nueva entrega del espía renegado: *Jason Bourne* (2016). Ahora es una intrusión en la red de la CIA, al estilo WikiLeaks, la que advierte a la agencia que su próximo plan malvado, controlar y vigilar la información de los millones de usuarios de una popular red social, está próximo a ser descubierto. Por supuesto, se culpa a Jason Bourne y esto inicia la cacería de nuevo. Ajustándose a los hechos actuales, el filme incluye una mención al "daño hecho por Snowden", así como un personaje equivalente a Mark Zuckerberg: Aaron Kalloor, visionario dueño de la famosa red social Deep Dream. A diferencia de su contraparte de la vida real, Kalloor siente culpa por haber permitido que la CIA esté a punto de utilizar su programa para vigilar al mundo y abandona el plan, lo que lo pone en la mira de la agencia junto con Bourne. Asimismo, hay también un equivalente a Julian Assange, quien maneja una red de hackers.

La producción, que mantiene el formato original de peleas y persecuciones tanto a pie como en autos, se ajusta a la perfección a los hechos actuales que han conmovido al mundo. Así, la que había sido creada en inicio para la Guerra Fría y que parecía ser la saga de espionaje ideal para la primera década de 2000, logra trascender, ajustarse a los nuevos tiempos y dejar a Jason Bourne como el próximo gran policía del mundo. **M**

El universo expandido de Bourne

Tras ver que los tres primeros filmes de Bourne habían dejado buenos dividendos, pero estando los principales involucrados (esto es Damon y Greengrass) renuentes a participar en otra entrega, se aprovechó que había muchos agentes en esos programas clandestinos de la CIA para intentar una especie de secuela-no-secuela: *El legado Bourne*.

Aunque rodada cinco años después de *Ultimátum*, los sucesos de *Legado* son prácticamente inmediatos a ella. Puesto que Bourne ha hecho públicos los archivos de Treadstone

y *Blackbriar*, dos jefes de la CIA, al estilo de las primeras dos cintas, deciden terminar el programa que ellos estaban llevando a cabo y eliminar a sus agentes. Uno de ellos, Aaron Cross (Jeremy Renner), logra escapar y se emprende una cacería en el mismo formato de la saga.

Aunque la película tuvo un buen recibimiento por parte del público, y se supone que generaría una secuela, ésta quedó olvidada cuando Damon y Greengrass anunciaron que regresarían como protagonista y director de una nueva entrega.



AGENDA



Del pincel al cincel

Hasta el 30 de septiembre
Pinacoteca de Nuevo León
Monterrey, Nuevo León
conarte.org.mx

Esta exhibición es un homenaje a más de cinco décadas de trayectoria de la artista plástica mexicana Águeda Lozano. Su estilo personal y dominio de la técnica hacen que cada una de sus obras pictóricas e imponentes esculturas atrapen al espectador por completo.

México...

Tierra de Dinosaurios

Hasta el 4 de octubre
Museo Universitario de Historia Natural
Dr. Manuel M. Villada
Toluca, Estado de México
www.uaemex.mx

Aprenderás sobre las eras geológicas y las especies de dinosaurios que vivieron en México. Los restos de estos increíbles animales nos muestran la historia de su paso por tierras mexicanas.



Museo de la muñeca

Permanente
Museo de la Katrina
Saltillo, Coahuila
museodelakatrina.com.mx

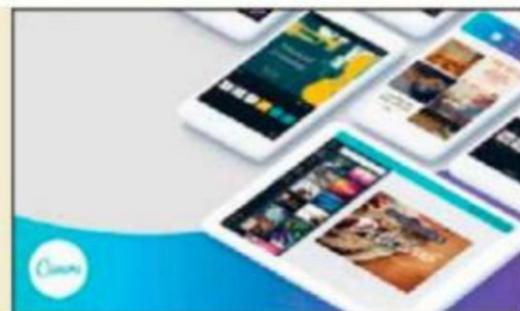
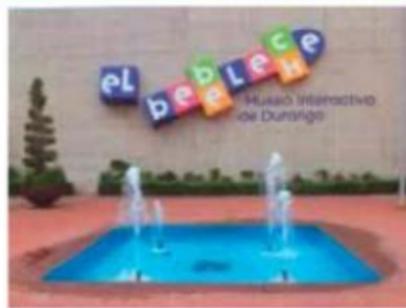
Este espacio alberga más de 5,000 de estas figuras, vistas no como juguetes, sino como objetos de colección. En 10 áreas de exhibición podrás admirar no sólo a estos personajes: también muebles, vestuarios y demás objetos relacionados con la historia de la muñequería.



Sala vivir

Permanente
Bebeleche, Museo Interactivo de Durango
Durango, Durango
www.bebeleche.org.mx

En esta sala del museo podrás conocer la historia, tradiciones y costumbres del estado, además de comparar su tamaño con los otros de la República Mexicana. Si llevas niños, podrán jugar a desempeñar cualquier profesión, desde paleontólogos hasta gobernadores de la entidad.



Aplicaciones

Canva

Esta *app* será tu mejor aliada para crear magníficos diseños; en ella podrás encontrar plantillas, imágenes e ilustraciones

que te servirán para darles color y estilo. Está disponible para iPhone, Android y en su versión web: www.canva.com

4° Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental

28 al 30 de octubre
Instituto de Ingeniería, UNAM
Ciudad de México

www.congresoamica2019.com
En este evento se tratarán los temas más relevantes sobre sostenibilidad que se debaten a nivel nacional e internacional; entre ellos residuos, agua y sustentabilidad.



World Press Photo

Hasta el 15 de septiembre
Museo Franz Mayer
Ciudad de México
franzmayer.org.mx

Este concurso anual que atrae a más de 5,000 participantes reúne las mejores fotografías tomadas alrededor del mundo. En esta ocasión se presentan 140 imágenes divididas en ocho categorías para dar al espectador un recorrido visual por temáticas como naturaleza, noticias generales, deportes, etc.



Periferias

Hasta el 15 de septiembre
Centro de la Imagen
Ciudad de México
centrodelaimagen.cultura.gob.mx

La muestra consta de tres conjuntos de instantáneas tomadas por el fotógrafo mexicano-colombiano Rodrigo Moya durante los años 1955-1968, en las cuales exhibe la desigualdad social y las grietas del desarrollo económico en México.



Escenas de pudor y liviandad

Hasta el 15 de septiembre
Museo del Estanquillo
Ciudad de México
museodelestanquillo.com

Está dedicada a 10 divas mexicanas del espectáculo desde finales del siglo XIX a mediados del XX; lleva el nombre homónimo del libro de Carlos Monsiváis en el que habla de éstas y otras mujeres representativas de la cultura mexicana.



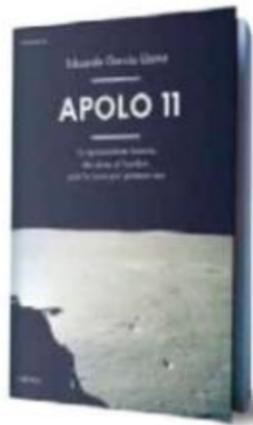
Internet

Radio Garden

Si eres fan de la música y los programas de radio, esta página web será tu favorita. En ella podrás sintonizar emisoras de radio de todo el mundo. Sólo tienes que colocar el puntero en el país que deseas y te desplegará una lista de canales para que elijas el que más llame tu atención. <https://radio.garden>



LIBROS



Apolo 11

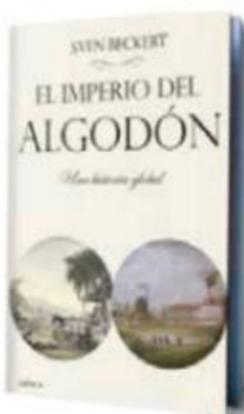
Eduardo García Llama
Planeta

Tras cumplirse 50 años de la misión que llevó por primera vez seres humanos a la Luna, esta edición es un recuento pormenorizado de la gran hazaña. Los riesgos, retos y dificultades, el desarrollo de la misión y el alunizaje son narrados con precisión y la perspectiva personal y emocional de los protagonistas.

El imperio del algodón

Sven Beckert
Crítica

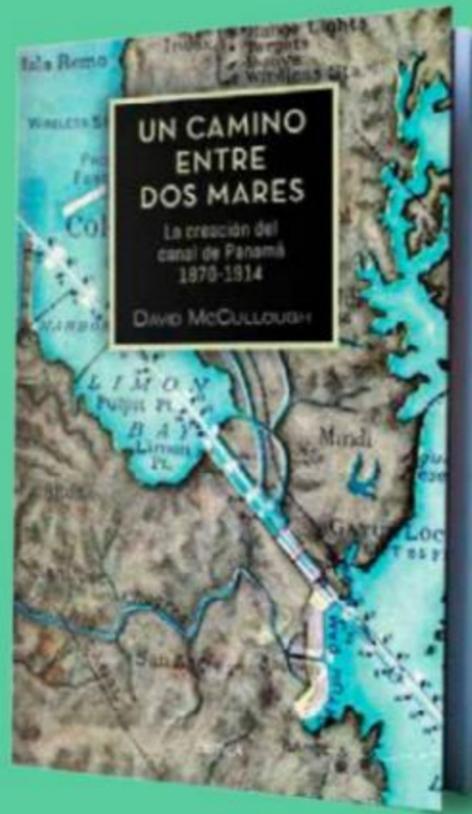
Una vez que leas este libro, en el que se detalla la historia del comercio del algodón desde el siglo XVI, no volverás a ver este producto como antes. Este material, en rama y en forma de tejido, unió Asia, África, Europa y América con consecuencias trágicas para millones de seres humanos y perfiló el futuro que ahora vivimos.



Un camino entre dos mares

David McCullough
Crítica

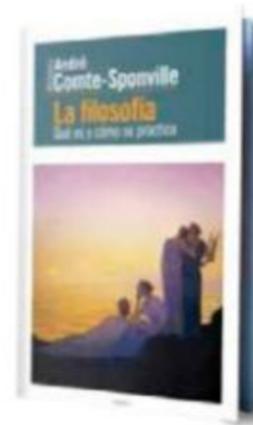
El canal de Panamá es una de las obras de ingeniería más impresionantes de la historia. Constituyó el esfuerzo más grande y costoso durante un lapso de 40 años y afectó la existencia de miles de personas de todas las posiciones sociales... y de casi todas las etnias y nacionalidades. Junto con el canal se crearon y destruyeron reputaciones muy sólidas. Para numerosos hombres y mujeres fue la aventura de toda una vida: Francia tuvo grandes consecuencias, Colombia perdió el istmo de Panamá, se creó la República de Panamá y Estados Unidos sacó ventaja de todo ello. Este libro guarda los detalles de una idea de proporciones épicas.



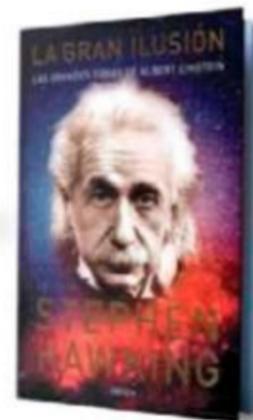
Regreso a la Tierra

Varios autores
Gris Tormenta

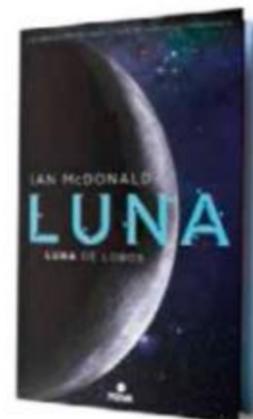
De los poco más de siete mil millones de personas que viven en el mundo hoy en día, en la historia sólo 536 han salido al espacio. Este fascinante libro reúne entrevistas con algunos de estos afortunados exploradores, quienes comparten sus experiencias al salir de la Tierra, sin duda una de las más grandes aventuras que alguien pueda tener en su existencia. Aquí se dan cita nueve astronautas internacionales, entre ellos Rodolfo Neri Vela –el primer astronauta mexicano–, el icónico Neil Armstrong –el primer ser humano en pisar la Luna– y Anousheh Ansari, ingeniera estadounidense y la primera turista en el espacio. Cuenta además con un epílogo escrito por Elon Musk, el fundador de la compañía SpaceX.



La filosofía
¿Qué es y cómo se practica?
André Comte-Sponville
Paidós



La gran ilusión: las grandes obras de Albert Einstein
Edición de Stephen Hawking
Crítica



Luna de lobos
Ian McDonald
Nova



Sobre el mal
Terry Eagleton
Ariel

La divulgación científica es el conjunto de actividades que interpretan y hacen accesible el conocimiento científico al público general. Refiere a aquellas labores que permiten que las personas interesadas en entender o informarse sobre ese tipo de saber especializado puedan conocer sus avances.

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. Primera letra del abecedario - Aquí comienza la frase a descubrir: "A lo largo de 35 años, MUY INTERESANTE ha obtenido importantes reconocimientos periodísticos y científicos así como creciente éxito comercial que ha impulsado el desarrollo de diversas extensiones de la publicación como..." - Adjetivo indefinido
- 2. Latinoamérica - Símbolo del rutenio - Estimular a las bestias para que anden o para que aviven el paso - Ocupación, oficio
- 3. FIGURA - Letra que tras un circulito volado representa el símbolo de grado Celsius
- 4. Cero - Debilitación producida por un medicamento - En el día anterior al día de hoy - Segunda terminación verbal
- 5. Balido - Continuación de la frase (inv) - Acción y efecto de gozar o disfrutar de algo
- 6. Instrumento, dispositivo o aparato destinados a atacar o defenderse - Infusión - Rey, en francés - Vivienda o aposento pobre, incómodo, oscuro, pequeño
- 7. Vocales seguidas - Especie extinta del género Homo que habitó en Europa, Próximo Oriente, Medio Oriente y Asia Central, hace aproximadamente entre 230,000 y 40,000 años - ¡Cof, cof, cof, cof!
- 8. Novela del escritor argentino Julio Cortázar, escrita y publicada en 1963 y denominada

Envíanos la frase al correo: muyinteresante@televisa.com.mx

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1					→							↓	,			
2																
3								→								
4																
5			,									←				
6																
7																
8																
9			↳						→			↓				
10																
11																
12																
13													←			



- por el propio autor como "contranovela" - Personaje de la mitología grecorromana, héroe de la guerra de Troya y progenitor del pueblo de Roma
- 9. Dominio de nivel superior geográfico para Lituania - Continuación de la frase - Símbolo de tonelada
- 10. Grupo étnico de origen germánico o iranio que invadió la península ibérica a principios del siglo V - Variante francesa del nombre Renato - Nombre de la letra M

- 11. A, B, C, D...la de en medio...W, X, Y, Z - Dos mil cuatrocientos uno romano - Abreviatura de retweet - Organización de las Naciones Unidas - Letra que en el alfabeto fonético aeronáutico se le asigna la palabra "Delta"
- 12. 24 horas - Novena letra griega - "Hormiga inglesa" - Inmediatamente, ahora mismo
- 13. Hacha, en inglés - Continuación de la frase (inv) - Símbolo de debe

VERTICALES

- 1. Habitación destinada a dormir - País de Europa cuya capital es Dublín
- 2. Persona que tiene por oficio vender maíz - Agua, en náhuatl - Grabación musical realizada a partir de la mezcla de diferentes canciones o piezas musicales
- 3. Producto terminal del metabolismo de las proteínas en el humano y en los demás mamíferos - Continuación de la frase - Esperanza, en árabe
- 4. "Si los bueyes no están juntos, la ... jala de lado" - Consentimiento, conformidad
- 5. Término genérico para designar numerosos líquidos grasos de orígenes diversos que no

- se disuelven en el agua y que tienen menor densidad que ésta - Emigración de un pueblo hacia otro país - "Vocal flaca"
- 6. Abreviatura de junior - Que no es real o no tiene existencia verdadera - Prefijo que significa tres - Símbolo del tecnecio
- 7. ¡acov aremirP - Real Academia Española - Adornar - Periodo histórico caracterizado por un orden de cosas o por un acontecimiento importante - Conjunción copulativa
- 8. Símbolo de nordeste - Abreviatura de santo - Funcionario eclesiástico de la Iglesia anglicana que viene inmediatamente después del obispo - Baile en el que la punta y el talón del zapato, provistos de láminas metálicas, desempeñan el papel de instrumentos de percusión
- 9. Símbolo del yodo - Prefijo que significa abeja - Región alta y lateral de la cabeza, por encima del arco cigomático, delante de la región temporal - Unidad de tiempo geológico equivalente a mil millones de años - Símbolo del segundo
- 10. Metal precioso de color amarillo brillante - Afirmación - Que tiene una determinada fe religiosa
- 11. Nota musical - Pan American Health Organization (Organización Panamericana de la Salud) - ¡Ta, ta, ta, ta, ta, ...! - Continuación de la frase
- 12. Continuación de la frase - Cualidad de vasto
- 13. Código Postal - Prescrito por ley y conforme a ella
- 14. Perteneciente o relativo a las alas - Abreviatura de octubre
- 15. Recto, siempre en la misma dirección, sin ángulos ni torceduras
- 16. Símbolo de amperio - Mineral de óxido de hierro hidratado, de color amarillo, que se emplea en pintura - Persona que sobresale de manera notable en un ejercicio o profesión

RESPUESTA DEL NÚMERO ANTERIOR

FRASE RELATIVA A UN SESGO COGNITIVO

"En los seres humanos, los sesgos cognitivos afectan las interacciones sociales de cada día, están presentes en la probabilidad y en la toma de decisiones y pueden ayudar a propagar mejor ciertas ideas, de esta manera agilizan y facilitan la labor cognitiva."

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

FELICIDADES A:

- 1. Grissel Esparza Pérez
 - 2. Ubaldo Trejo Briseño
 - 3. Jesús Esteban Rodríguez González
 - 4. Miguel Angel Gómez Saavedra
 - 5. Angélica Peña Rivera
 - 6. Fausto Lorenzo Rivas Vásquez
 - 7. Yurit Vásquez
 - 8. Mario Eduardo Leal Basurto
 - 9. Carlos Garza Ortiz
 - 10. Ruth Abigail Pardo Muro
- Primeras 10 personas que enviaron la frase correcta de la edición de agosto.

Plantas más Venenosas

Estas especies del reino vegetal, tan bellas por fuera, ocultan en su interior sustancias tóxicas capaces de provocar las más terribles enfermedades y hasta la muerte.



1 **Acónito (*Aconitum napellus*).** El nombre proviene de su principal componente activo (la aconitina): un alcaloide que tiene propiedades anestésicas, pero es tóxico en extremo. El mero contacto con la planta suele producir malestares en la piel. Ya su ingestión puede provocar desde quemaduras en la boca hasta progresivas arritmias y paro respiratorio.



2 **Adelfa (*Nerium oleander*).** Denominada también laurel de flor, contiene sustancias (como la oleandrina) que inciden en el corazón. Por ello, en pequeñas dosis ha sido utilizada en la elaboración de fármacos para mejorar el funcionamiento de dicho órgano; sin embargo, en cantidades inadecuadas puede producir arritmias que conduzcan a un paro cardíaco.



3 **Belladona (*Atropa belladonna*).** Aunque tradicionalmente es conocida por sus propiedades medicinales, a nivel mundial lo es más por sus efectos alucinógenos. No obstante, una sobredosis puede dañar el sistema nervioso al grado de pérdida de conciencia y hasta fallecimiento debido a la alta toxicidad de los alcaloides que contiene.



4 **Bonetero (*Euonymus europaeus*).** Debe la denominación a que sus frutos semejan los bonetes que antaño usaban los clérigos. Justo tales frutos contienen la principal sustancia tóxica de esta planta (la evonina), utilizada para combatir piojos y sarna pero que en sobredosis puede causar enfermedades gastrointestinales letales.



5 **Celidonia mayor (*Chelidonium majus*).** Su nombre, "golondrina mayor", alude a que su florecimiento anuncia la llegada de esas aves. Entre sus propiedades curativas destaca la eliminación de verrugas, desde luego en pequeñas cantidades; de lo contrario puede causar severas lesiones cutáneas y fallecimiento si se ingiere.



6 **Cicuta (*Conium maculatum*).** Célebre porque —según versiones— se hizo beber al filósofo griego Sócrates para provocar su muerte. Por ingestión, los alcaloides que contiene pueden causar sucesivamente quemazón bucal, mareos, vómitos y diarrea, afectaciones del sistema nervioso, parálisis, colapso renal y paro respiratorio.



7 **Floripondio (*Brugmansia arborea*).** Mejor conocida como trompeta de ángel por la peculiar forma de sus flores, se reporta que desde tiempos muy remotos se ha utilizado por los efectos alucinógenos provocados por los alcaloides escopolamina e hiosciamina, cuya sobredosis puede causar psicosis, parálisis muscular y muerte.



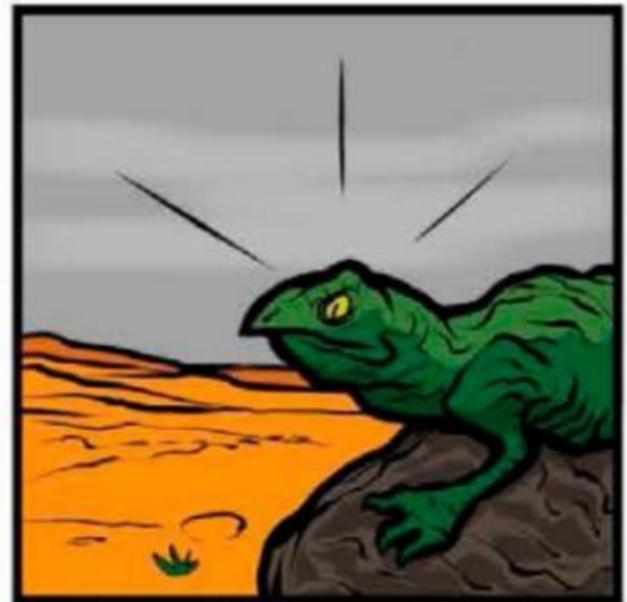
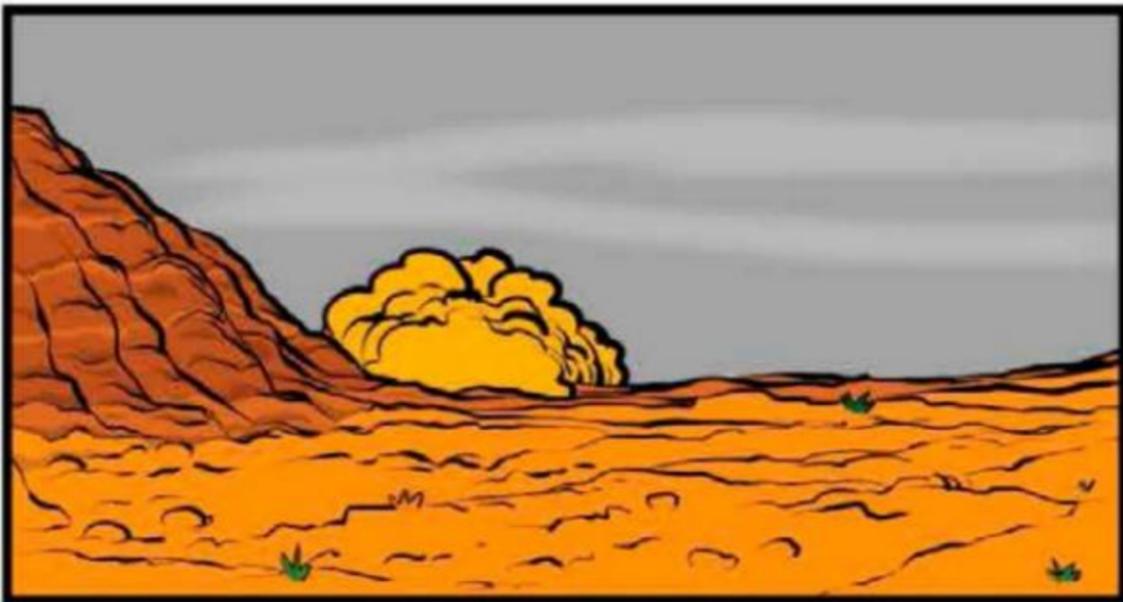
8 **Hierba de pordioseros (*Clematis vitalba*).** Debe su nombre a que éstos suelen frotarse con la planta para producirse llagas y así inspirar mayor compasión al pedir limosna. Sin embargo, su principal toxina (la protoanemonina) puede absorberse por vía cutánea, causando una intoxicación generalizada, e ingerida puede provocar paro respiratorio.



9 **Ricino (*Ricinus communis*).** La planta de la cual se extrae el aceite utilizado como remedio casero es la misma que contiene una sustancia por demás tóxica: la ricina. Así pues, la ingesta de la también llamada higuera infernal produce desde somnolencia y vómitos hasta gastroenteritis hemorrágica, daño renal y hepático, convulsiones y coma.



10 **Nueza (*Bryonia dioica*).** Conocida también como nabo del diablo, se utiliza en la elaboración de laxantes, antiinflamatorios y purgantes. Por ello suele emplearse como remedio casero ingiriendo directamente los frutos, cuyas sustancias tóxicas pueden provocar lo mismo graves daños en el aparato digestivo que muerte por paro cardiorrespiratorio.



@monorama
@beforama

•BEF•2019• DAVO

cklass®

LOS 10 MEJORES CATÁLOGOS DE MÉXICO

CARLOS SAID



EL MEJOR

OUTFIT

Casual



CALZADO
588-13

TU
LOOK
COMPLETO

CALZADO
588-14
PANTALÓN
220-62
PLAYERA TIPO
POLO 371-59

COLECCIÓN

0 | 19

www.cklass.com       /cklassoficial

Para pedidos e información de tu sucursal más cercana llama a los teléfonos:

 WHATSAPP NACIONAL (33) 35707402

 TELEMARKETING NACIONAL SIN COSTO 800 369 1500

 SIN COSTO U.S.A. 866 203 6009

FÍDELO A TU ASESOR DE MODA

SOLO VENTA POR CATÁLOGO ENVÍOS A CUALQUIER PARTE DEL PAÍS



FERRATO®

CHAMARRA:
Code. 146-1510

PANTALÓN:
Code. 145-7612

BOTAS:
Code. 269-4849

Compra en línea:
www.ferrato.com

BÚSCALOS EN CATÁLOGOS
andrea®

Adquiérelos al:
477 788 5300, Lada sin costo