

NATIONALGEOGRAPHIC.COM.ES | NOVIEMBRE 2025

NATIONAL GEOGRAPHIC

EL TREN QUE RECORRE
LA TIERRA SAGRADA
DE LOS MAYAS

UNA NUEVA MANERA
DE VER LA TIERRA
DESDE EL ESPACIO

EL ENIGMA
DE LOS TIGRES
NEGROS DE
SIMILIPAL

ENLACE AL CANAL

x.com/byneontelegram

O escanea el código QR:



GEMELO
DIGITAL DEL
CORAZÓN DE
UNA MUJER QUE
REPRODUCE SU
CICLO CARDIACO

CORAZÓN INVENCIBLE

Bioimpresión, polipíldora, genómica, IA:
la ciencia descubre cómo tratarlo para vivir más años

6,00€ PVP CANARIAS 6,15€



ÚNETE A LAS PERSONAS CON ENERGÍA PROPIA

EL AUTOCONSUMO CAMBIA TU VIDA
Y LA DE QUIENES TE RODEAN.

CADA DÍA MÁS PERSONAS Y EMPRESAS ELIGEN AHORRAR, GENERAR Y COMPARTIR
SU PROPIA ENERGÍA, TRANSFORMANDO LA DE TODO UN PAÍS.

ÚNETE, CADA VEZ SOMOS MÁS.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



IDAE

Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía



EL PRÓXIMO MES LA

AGENDA NATIONAL 2026 GEOGRAPHIC

AGENDA 2026

 NATIONAL
GEOGRAPHIC

#ACTITUDNATIONAL

EDICIÓN
LIMITADA

CON LA COLABORACIÓN DE

Naturgy 

UN AÑO ALREDEDOR DEL SOL CON
#ACTITUDNATIONAL

 NATIONAL
GEOGRAPHIC

RBA



A LA VENTA EN QUIOSCO
Y EN LA TIENDA ONLINE

ESCANEA EL QR

SUMARIO



2

LA NUEVA CIENCIA DEL CORAZÓN

Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la primera causa de muerte en el mundo, pero los avances en el campo de la cardiología están revolucionando los tratamientos y los métodos de detección. Investigación genética, gemelos digitales del corazón, cirugía robótica, intervenciones mínimamente invasivas o desfibriladores implantables son algunos ejemplos de esta nueva era.

*Texto de CRISTINA SÁEZ y MÓNICA ARTIGAS
Fotografías de PAU FABREGAT*

EN PORTADA

Representación del ciclo cardíaco mostrada a partir de un gemelo digital, en la que se aprecia el movimiento de la sangre dentro de los ventrículos y las aurículas.

Imagen y simulación BSC/ELEM

REPORTAJES



36

EL TREN DEL FUTURO DE MÉXICO AVANZA CON POLÉMICA

El moderno Tren Maya se construyó para unir antiguos yacimientos y ciudades modernas de la península de Yucatán, pero ¿cuál ha sido su coste medioambiental?

Texto de MICHAEL FINKEL
Fotografías de ROBBIE SHONE
y ANGIE SMITH

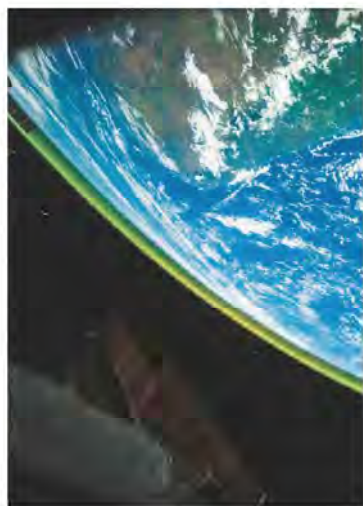


58

EL CURIOSO CASO DE LOS TIGRES NEGROS DE SIMILIPAL

La recuperación de los tigres en la India es un motivo de esperanza. Sin embargo, en las reservas aisladas, la endogamia se ha convertido en un problema que ha llevado al país a impulsar un plan innovador.

Texto y fotografías de
PRASENJEET YADAV



78

UNA NUEVA MANERA DE VER NUESTRO PLANETA

El fotógrafo de National Geographic Babak Tafreshi y el astronauta de la NASA Don Pettit se unen para retratar algunos de los lugares más asombrosos de la Tierra.

Texto de MARINA KOREN
Fotografías de DON PETTIT
y BABAK TAFRESHI

SECCIONES

TU FOTO

VISIONES

EXPLORA

El cangrejo ibérico...
es italiano

La huella dactilar más
antigua de Europa

Una Constitución para la Luna

INSTINTO BÁSICO

Los llamativos morritos
del pez murciélago

EXPERIENCIAS NG

En el reino de los fósiles

EDITORIAL

EN TELEVISIÓN

PRÓXIMO NÚMERO

Envíanos tus cartas
o comentarios a
forum-ngme@rba.es

Síguenos en X en
[@NatGeoEsp](https://twitter.com/NatGeoEsp)

Hazte fan de nuestra página
de Facebook: [facebook.com/
NationalGeographicEsp](https://facebook.com/NationalGeographicEsp)

Síguenos en Instagram
en [@NatGeoEsp](https://www.instagram.com/NatGeoEsp)

Síguenos en Threads en
[@NatGeoEsp](https://www.threads.net/@NatGeoEsp)

Más información
en nuestra página web:
nationalgeographic.com.es

ATENCIÓN AL CLIENTE

Teléfono 910 920 129 (de lunes a
viernes, de 10 a 15 horas)

Email: suscripciones@rba.es



Lince ibérico

Fotografía tomada por Gotzon Mantuliz
en la sierra de Andújar, con la Sony A7 IV.

**CAZADORES DE
IMÁGENES**
CON GOTZON MANTULIZ



DANI ESCAYOLA

@danielscayola

Este fotógrafo submarino viajó al estrecho de Tañón, en Filipinas, con un propósito claro: documentar los enormes bancos de sardinas que allí prosperan durante todo el año. «Para conseguir esta imagen, descendimos en apnea hasta unos 15 metros de profundidad –recuerda el reportero gráfico–. Miles de peces se desplazaban al unísono, cubriéndolo todo con sus movimientos perfectamente sincronizados. Mientras mi amigo filmaba la escena, yo traté de congelar ese instante irrepetible».

DÓNDE Moalboal, Filipinas

CON QUÉ Nikon D850; 16 mm; f/8; ISO 160

PARTICIPA EN NUESTRA COMUNIDAD #TuFotoNatGeo

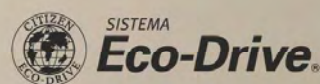
En *National Geographic España* queremos que seáis partícipes del protagonismo que la fotografía tiene en nuestra revista. Para participar en esta iniciativa, simplemente tenéis que incluir la etiqueta **#TuFotoNatGeo** en las fotografías que subáis a Instagram que tengan que ver con los grandes temas que cubrimos habitualmente. No está permitida la manipulación fotográfica, únicamente el ajuste de niveles. Cada semana publicaremos una selección de las mejores imágenes en las *stories* de Instagram y cada mes seleccionaremos una para publicarla en la revista impresa, en la sección «Tu Foto».

 #TuFotoNatGeo

Transforma la luz en movimiento infinito



CA0693-12A



SISTEMA
Eco-Drive®

Descubre la tecnología Eco-Drive

El sistema Citizen Eco-Drive transforma cualquier fuente de luz en energía infinita, eliminando la necesidad de cambio de batería. Eficiencia ecológica y prestaciones duraderas: el futuro ya está en tu muñeca.

www.citizen.es

CITIZEN®

TU FOTO



HANIEL LÓPEZ

@haniellopezphoto

Haniel López se encontraba de vacaciones en el Parque Nacional Yaxhá, en Guatemala, cuando oyó un sonido que le resultó familiar. Al acercarse, comprobó que se trataba de una rana arborícola de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*), una especie caracterizada por su llamativa coloración. «Me ayudé de un pequeño equipo de iluminación para tomar esta foto, en la que conseguí resaltar el marcado contraste entre el color rojo de los ojos y la piel verde del anfibio», recuerda.

DÓNDE Parque Nacional Yaxhá, Guatemala

CON QUÉ Sony Alpha A7 RIV; 50 mm; f/2,8; ISO 320

PARTICIPA EN NUESTRA COMUNIDAD #TuFotoNatGeo

En *National Geographic España* queremos que seáis partícipes del protagonismo que la fotografía tiene en nuestra revista. Para participar en esta iniciativa, simplemente tenéis que incluir la etiqueta **#TuFotoNatGeo** en las fotografías que subáis a Instagram que tengan que ver con los grandes temas que cubrimos habitualmente. No está permitida la manipulación fotográfica, únicamente el ajuste de niveles. Cada semana publicaremos una selección de las mejores imágenes en las *stories* de Instagram y cada mes seleccionaremos una para publicarla en la revista impresa, en la sección «Tu Foto».

 #TuFotoNatGeo

**Parece pequeño,
pero aquí
caben todas las
oportunidades
que imaginas**



Acercar los servicios a la ciudadanía. Conectividad, digitalización, vivienda y movilidad rural son algunos de los grandes retos de muchos territorios. A la vez, representan oportunidades para transformar e innovar hacia un futuro más justo y equilibrado.

El Nuevo Marco Estratégico para la Equidad Territorial nace para combatir la despoblación y garantizar igualdad de oportunidades, vivan donde vivan. Un enfoque centrado en las personas para construir conjuntamente un país más cohesionado.

¡AQUÍ CABE EL FUTURO!



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



VISIONES

EL GIGANTE DORMIDO

El ocaso tiñe de colores cobrizos el cielo sobre el monte Taranaki, en Nueva Zelanda. Este estratovolcán de 2.518 metros de altitud, formado a partir de la superposición de capas de lava, ceniza y otros materiales piroclásticos, presenta uno de los conos volcánicos más simétricos del mundo. Aunque lleva inactivo más de un siglo, el riesgo de que entre en erupción se considera entre moderado y alto.

FOTO: JAMES O'NEIL/GETTY IMAGES





VISIONES

UN MURCIÉLAGO AMENAZADO

Un murciélago styloctenio de Wallace (*Styloctenium wallacei*) asoma entre la vegetación en la isla de Célebes, en Indonesia. Los murciélagos frugívoros son una pieza clave en el ecosistema, ya que dispersan las semillas de las plantas de las que se alimentan. Por ello, la pérdida de sotobosque en esta región como consecuencia de las plantaciones de café y cacao pone en peligro no solo a la especie, sino todo su hábitat.

FOTO: ISTOCK

VISIONES

TOCADO HIMBA

Un joven himba mira al horizonte durante un atardecer cerca de Opuwo, en el norte de Namibia. Los miembros de esta tribu seminómada conservan un estilo de vida tradicional y suelen adornarse el cabello con trenzas. Los hombres lucen unas crestas peinadas hacia atrás, mientras que las mujeres se atavían con complejos trenzados apelmazados con otjize, una espesa pasta elaborada con manteca y ocre rojo.

FOTO: BUENA VISTA IMAGES / GETTY IMAGES



EL CANGREJO IBÉRICO... ES ITALIANO

¿Qué hacer cuando una especie amenazada que creíamos autóctona resulta ser de otro país? El debate está sobre la mesa.

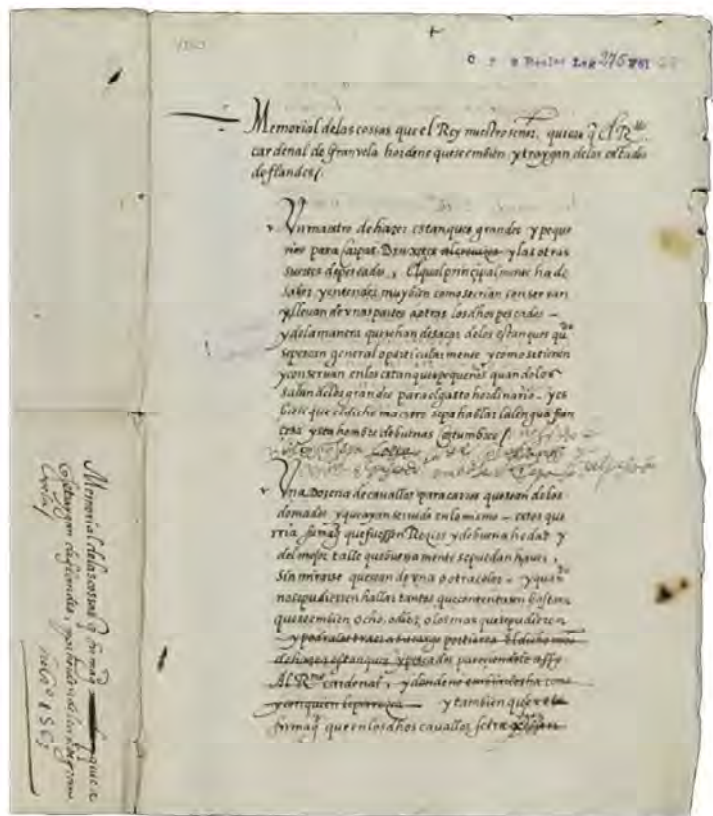
Texto de EVA VAN DEN BERG

TRAS AÑOS dando vueltas al asunto, el ecólogo Miguel Clavero, de la Estación Biológica de Doñana (CSIC), ha conseguido probar lo que ya suponía: el amenazado cangrejo de río ibérico es en realidad una especie introducida, oriunda de Italia. Las sospechas surgieron al constatar la ausencia de menciones a la especie con anterioridad al siglo XVIII. ¿No sería en realidad una especie introducida?

El misterio pudo ser desvelado gracias a una colaboración con Alicia Sempere, historiadora del arte de la Universidad de Murcia, quien, en un documento de 1588 conservado en el Archivo General de Simancas, halló la prueba de que los cangrejos que el Gran Duque de Toscana había enviado al rey Felipe II llegaron vivos a Madrid.

«Felipe II e Isabel de Valois remodelaron los jardines de todos los Sitios Reales, añadiendo estanques para los que buscaron las especies más populares en Europa, que no existían en España –cuenta Clavero–. Así llegaron de Francia carpas y lucios. Pero el rey quería también cangrejos de río. Tras 25 años de gestiones, acabó recibiendo cangrejos de río italianos, de la especie *Autopotamobius fulcisanus*».

Hace algo más de 50 años se introdujo en España el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*), que se expandió con rapidez y llevó al



colapso al cangrejo italiano. En ese momento nadie recordaba su origen. Se dio por sentado que era una especie autóctona y desde entonces ha sido objeto de múltiples proyectos de conservación. Sabiendo lo que sabemos hoy, opina Clavero, es hora de replantearse las prioridades de conservación de nuestra amenazada biodiversidad fluvial.

Arriba, la carta que acredita la recepción en Madrid de cangrejos procedentes de Italia. Derecha, cangrejo de río italiano fotografiado en su área nativa.



LA HUELLA DACTILAR

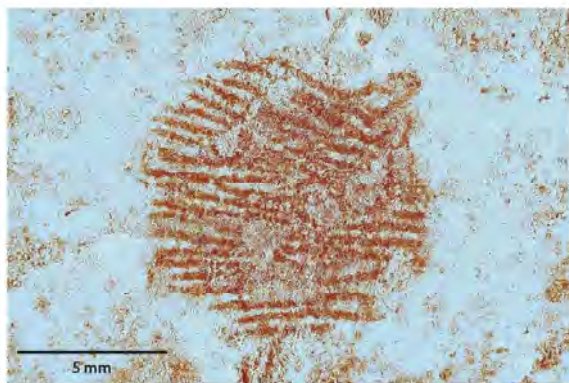
MÁS ANTIGUA DE EUROPA

Texto de EVA VAN DEN BERG

EL YACIMIENTO SEGOVIANO del Abrigo de San Lázaro fue un lugar frecuentado por grupos de neandertales hace 42.000 años. Aquí, un equipo de investigadores de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y del Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) ha encontrado un canto rodado con un punto de color ocre en el centro. Tras ser observado mediante técnicas multiespectrales y de identificación forense, y gracias a la colaboración de la policía científica, el punto reveló una huella dactilar que según David Álvarez Alonso, investigador del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la UCM, «es la evidencia más antigua y completa de una huella humana atribuida inequívocamente a esta especie en Europa».

No solo eso: el punto ocre, hecho adrede, se hizo en un lugar estratégico de la piedra, cuya forma recuerda una cara humana. ¿Querría aquel o aquella neandertal simbolizar con esa impronta una nariz en un rostro? «Nunca lo sabremos», afirma Álvarez: Lo que indican las evidencias arqueológicas, estratigráficas y morfológicas, añade, «es que hubo una manipulación deliberada del objeto: su selección, transporte, pigmentación. Posiblemente fue interpretado como una representación facial humana, un fenómeno conocido como pareidolia que estaría también presente entre los neandertales». Qué poco sabemos todavía de nuestros parientes neandertales.

Arriba, el canto rodado hallado en el yacimiento. En el centro, el punto ocre realizado por un individuo neandertal, y abajo, la huella dactilar revelada.





BEHER: pasión total por el ibérico

Cuatro generaciones llevan velando por mantener la esencia tradicional de los mejores jamones

En Guijuelo, Salamanca, la familia Bernardo Hernández, responsable de la marca BEHER, lleva casi un siglo produciendo jamones y otros elaborados ibéricos. Todos sus productos proceden de cerdos 100 % de raza ibérica criados en sus propias fincas, ubicadas en España y Portugal. Además, están inscritos en el Libro Genealógico de la Raza, de la asociación de ganaderos AECEIRIBER, para asegurar su máxima calidad y cumplen con los más altos estándares de bienestar animal. «El cuidado de los animales es una responsabilidad que asumimos desde nuestros orígenes, es nuestra forma de entender el campo», afirman desde la marca.

100% IBÉRICOS Y ECOLÓGICOS

Conscientes de unas nuevas tendencias de consumo marcadas por la demanda de productos más respetuosos con nuestro entorno, la familia Bernardo Hernández comenzó hace años a prepararse para abordar la producción de elaborados ibéricos 100 % ecológica. Para ello, puso a punto todas sus instalaciones, granjas y dehesas según los requisitos de la normativa europea de Producción Ecológica. Hoy BEHER controla el 70 % de la producción de cerdo ibérico ecológico de nuestro país y comercializa dos tipos de jamones, uno de bellota y otro de cebo, 100 % ibéricos y ecológicos. Descubra sus productos en **Beher.es**.



PUREZA NATURAL Y TRADICIÓN

Para obtener un jamón 100% ecológico y sin aditivos, todo el proceso debe serlo también. En las dehesas de BEHER, libres de fertilizantes, los cerdos se crían en libertad y se alimentan de pasto, bellotas, cereales y verduras, sin ningún tipo de medicación añadida. Los jamones se curan muy lentamente, envueltos en sal marina, en los secaderos de Guijuelo.



REFLEXIONES INFANTILES SOBRE SOSTENIBILIDAD ESPACIAL

Texto de EVA VAN DEN BERG

«DESDE EL CEIP San Ignacio del Viar hemos querido aportar nuestro particular granito de arena para reivindicar el derecho de los niños, niñas y adolescentes de participar en las decisiones sobre la exploración espacial y el uso de la Luna», explica Herminio Rodríguez, maestro de primaria de este colegio situado en el municipio sevillano de Alcalá del Río. El alumnado del centro ha redactado una Constitución Escolar Lunar en varios idiomas, también en Braille y adaptada para personas con dislexia, que ha conllevado una reflexión conjunta sobre la sostenibilidad ultraterrestre.

El impacto que ha tenido su trabajo ha sido increíble. Invitados por la Agencia Espacial Europea (ESA), presentaron su proyecto en la



sede de Frankfurt. La ministra de Educación Pilar Alegría y la de Ciencia e Innovación Diana Morant han querido conocerlo de primera mano. Los alumnos también han conversado con los astronautas Sara García, Pedro Duque y Michael López-Alegría. Y el próximo mes de marzo, acompañados por el ingeniero Carlos García Galán, figura clave del programa Artemis de la NASA, visitarán el emblemático Centro

Espacial de Cabo Cañaveral, en Florida. Un gran éxito docente que ya se está contagiando a otros centros escolares. ¡Felicidades!

El grupo escolar posa junto a la estatua de Yuri Gagarín en el Centro de Entrenamiento de Astronautas de Colonia, Alemania. Su Constitución Escolar Lunar puede leerse en ceipsanignacio.wixsite.com.



EDICIÓN ESPECIAL
VIAJES NATIONAL
GEOGRAPHIC

LUGARES SAGRADOS

Un viaje al corazón de las religiones



YA EN TU
QUIOSCO

UN RECORRIDO FASCINANTE POR LOS DESTINOS
MÁS ESPIRITUALES Y EMBLEMÁTICOS DEL MUNDO

RBA

LOS LLAMATIVOS MORRITOS DEL PEZ MURCIÉLAGO

Texto de EVA VAN DEN BERG

ES NORMAL QUE AL OBSERVAR al pez murciélago de labios rojos (*Ogcocephalus darwini*) asociemos inmediatamente sus «morritos» a los del célebre cantante de los Rolling Stones: ¿verdad que si Mick Jagger se reencarnara en un pez, esta especie le encajaría a la perfección?

Parece ser que su brillante boquita de piñón actúa como reclamo sexual durante sus danzas de cortejo en las que se contornea seductoramente. Y también exhibe otras rarezas: más que nadar, camina por el fondo marino con sus aletas pectorales, cambia de color para camuflarse y de su cabeza sobresale el ilicium, una prolongación de la aleta dorsal que actúa a modo de señuelo para atraer a las presas.

HÁBITAT

Aguas del archipiélago de las Galápagos y las costas del Perú.

OTROS DATOS

El camuflaje sirve para atraer a las presas y para eludir a los depredadores.

Este pez, explica Albert Masó, doctor en ecología y evolución, «es un buen ejemplo para una clase de biología: reúne diversas estrategias de comportamiento a las que han llegado numerosos grupos de animales por caminos evolutivos muy distintos, lo que se denomina convergencia evolutiva». Después de aparearse, las hembras depositan la puesta sobre el lecho marino y los machos se encargan de proteger los huevos hasta la eclosión, oxigenándolos con el movimiento de sus aletas. ¡Quién sabe si a ritmo de rock 'n' roll!

Este pez murciélago camina gracias a unas aletas pectorales adaptadas, lo que rememora la transición del agua a tierra firme de ciertos peces pulmonados.



CLUB RBA

Ahorra con los descuentos
exclusivos para suscriptores de



OTOÑO ESTÁ REPLETO DE DESCUENTOS

Descubre todas las ofertas en CLUB RBA

Hasta
12 cts/L

Hasta 12cts/ litro

Ahorra como nunca
con Mundo Galp

Hasta 50%

Potencia, diseño
y precisión con HP

hasta 60%

Los mejores descuentos
para tu cuidado personal

20%

Utensilios de cocina y
repostería

Lo me
con el



Si ya eres suscriptor activa tu cuenta en **club.rba.es**

Si quieres beneficiarte de estos descuentos
suscríbete en **ng.com.es**



EN EL REINO DE LOS FÓSILES

A VECES, LOS TEMAS de reportaje de *National Geographic* pueden resultar demasiado exóticos o remotos para los lectores de la revista, pero, en Dinópolis, a finales de septiembre, un grupo de 60 suscriptores estuvo cara a cara con dos dinosaurios que habían pisado recientemente nuestras páginas.

La última Experiencia National Geographic llevó a los lectores hasta la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, y los cicerones fueron los paleontólogos que en las dos últimas décadas han revelado algunos de los hallazgos más brillantes de la ciencia española. Alberto Cobos, director gerente de la Fundación, explicó todo el proceso de excavación e identificación de *Turiasaurus*, el gigante europeo que ocupó nuestra portada de septiembre de 2024. Paleontólogos y restauradores contaron después cómo se identificó la nueva especie de *Iguanodon*, descubierta en 2015 y cuyos hallazgos en la provincia de Teruel permitieron conjeturar una interpretación sobre el comportamiento gregario de la especie.

«Si volviera a nacer, sería paleontólogo», dijo una suscriptora a Cobos al final de la visita, que incluyó dos privilegios inéditos: visitar los laboratorios de restauración y ver cómo un fósil se transforma en pieza de museo, y, en el espacio expositivo, acceder al interior de la vitrina donde está el impresionante fémur de *Turiasaurus*. «Por un día, también nosotros fuimos piezas de museo», resumió Gonçalo Pereira, director de la revista.



Los suscriptores de *National Geographic* visitaron el Museo de Dinópolis y, guiados por Alberto Cobos (sobre estas líneas), las colecciones de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.



Escanea este código para conocer las Experiencias National Geographic.

¿Sufres inflamación abdominal crónica? La tecnología Wonder Axon te interesa.

PARECE UN SIMPLE MALESTAR ESTÉTICO PERO, EN REALIDAD, ES UN FENÓMENO QUE AFECTA A LA SALUD DE MILLONES DE PERSONAS. LA BUENA NOTICIA ES QUE HOY EXISTE UNA FORMA EFICAZ DE COMBATIRLA, REFRENDADA POR LA CIENCIA.

Has sentido alguna vez tu abdomen pesado e hinchado, como si llevaras una carga que no te puedes quitar de encima? Muchas personas lo atribuyen a la dieta, al estrés o a la retención de líquidos. Pero detrás de esa sensación incómoda puede estar un enemigo silencioso. Los expertos lo llaman **inflammaging**, una inflamación crónica, persistente y de bajo grado que aumenta con la edad y no solo está ligada al exceso de grasa visceral, sino también al envejecimiento prematuro y a ciertas enfermedades metabólicas y cardiovasculares.

MÁS MÚSCULO ACTIVO, MENOS INFLAMACIÓN

El tejido adiposo es uno de los grandes culpables. Produce sustancias inflamatorias que alteran el metabolismo, aumentan la resistencia a la insulina y afectan al corazón, al cerebro e incluso al estado de ánimo. Pero, por contra, conocemos un dato muy interesante: cuando trabajan de forma intensa, los músculos del cuerpo liberan moléculas que funcionan como auténticos antiinflamatorios naturales.

ENTRENAMIENTO AL ALCANCE DE TODOS

Es por ello que la recomendación médica es clara: entrenar de forma intensa y regular es una de las mejores estrategias contra la inflamación. Pero un gran número de personas, por diversas circunstancias, no pueden hacerlo. Afortunadamente, ha aparecido una innovación decisiva para ponerle remedio: **Wonder Axon**, una tecnología europea que estimula profundamente los músculos sin esfuerzo voluntario. En sesiones de tan solo 25 minutos provoca hasta 60.000 contracciones musculares simultáneas en abdomen, glúteos, piernas, brazos y espalda.

EL TRIPLE EFECTO WONDER AXON

El secreto de este dispositivo está en su combinación de emisiones electromagnéticas, estimulación neuromuscular y radiofrecuencia sincronizada. Un triple efecto que consigue activar la musculación, reducir la grasa visceral y regular el metabolismo. Como dicen desde la marca, «el futuro de la salud pasa por entender que músculo es medicina. Wonder Axon lo hace posible».

saludyformamedical.com.es



CREEMOS QUE CUANDO
LAS PERSONAS ENTIENDAN MEJOR
EL MUNDO QUE HABITAMOS,
TOMARÁN MAYOR CONCIENCIA
SOBRE SU PROTECCIÓN.

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE
ESPAÑA

GONÇALO PEREIRA ROSA
Director

ANA LLUCH *Subdirectora*

JOAN CARLES MAGRIÀ
Director de Arte

BÁRBARA ALIBÈS,
SERGI ALCALDE
Redacción

VÍCTOR ÁLVAREZ
Maquetación

MIREIA PLANELLES
Coordinación Editorial

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ
Tratamiento de Imagen

CATERINA MILORO *Directora*
Editorial Divulgación

MÓNICA ARTIGAS
Subdirectora Área NG y Ediciones
Internacionales

RUBÉN MORENO *Director Digital*
www.nationalgeographic.com.es

SYLVIA ROIG
Coordinadora Experiencias NG

ASESORES

MARÍA TERESA ALBERDI *PALEONTOLOGÍA*

JUAN LUIS ARSUAGA *PALEOANTROPOLOGÍA*

EUDALD CARBONELL *ARQUEOLOGÍA*

GARMEN HUERA *ETNOLOGÍA*

ALBERT MASÓ
ENTOMOLOGÍA Y VERTEBRADOS

JOAN PINO *BOTÁNICA*

MANUEL REGUEIRO *GEOLOGÍA*

VÍCTOR REVILLA *HISTORIA ANTIGUA*

JOANDOMÉNEC ROS *ECOLOGÍA*

ADOLFO DE SOSTOA *ICNOLOGÍA*

COLABORADORES DE ESTE NÚMERO
EVA ALMAZÁN
EVA VAN DEN BERG

RBA BRANDS

ENRIQUE BLANC, CEO
SERAFIN GONZÁLEZ, *Director de Negocio Digital*

MADRID, NORTE Y ANDALUCÍA

ARANTXA SÁNCHEZ, *Directora de Oficina*

ADRIÁN GARCÍA DE MANUEL, *Subdirector de*
Publicidad

BEGOÑA LLORENTE, *Subdirectora de Publicidad*

YOLANDA TRIGUEROS, *Coordinadora de Publicidad*

C/ López de Hoyos, 141 · 28002 Madrid
Tel. 915 10 66 00

BARCELONA Y LEVANTE

ANA GEA, *Directora de oficina*

MÓNICA MONGE, *Directora de Publicidad Barcelona*

PALOMA CAMPOS, *Directora de Publicidad Levante*

IVANA STELMASZEWSKI, *Coordinadora de*
Publicidad

Av. Diagonal, 189 · 08018 Barcelona
Tel. 934 15 73 74

ATENCIÓN AL CLIENTE

suscripciones@rba.es
910 920 129

Distribución: LOGISTA PUBLICACIONES

Impresión-Encuadernación:

ROTOCOBRHI, S.A.

Depósito legal: B-333 67-1997

ISSN 1138-1434

ISSN edición digital 2604-6156

Printed in Spain - Impreso en España

Edición 02-2026

Copyright © 2025 National Geographic Partners, LLC.
Todos los derechos reservados. National Geographic
y Yellow Border: Registered Trademarks® Marcas
Registradas. National Geographic declina toda
responsabilidad sobre los materiales no solicitados.

Difusión controlada por



NATIONAL GEOGRAPHIC CONTENT

PRESIDENT Courteney Monroe

EXECUTIVE VICE PRESIDENT Tom McDonald

EDITOR IN CHIEF: Nathan Lump

EXECUTIVE EDITOR: GEOFFREY GAGNON

HEAD OF CREATIVE: Paul Martínez

HEAD OF VISUALS: Alex Pollack

HEAD OF DIGITAL: Alissa Swango

EDITORIAL DIRECTOR, INTEGRATED STORYTELLING:
SADIE OJARRIER

VICE PRESIDENT, EDITORIAL OPERATIONS:
OUSSAMA ZAHR NEW

INTERNATIONAL EDITIONS

EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak

PHOTO EDITOR: Leigh Mitnick

PRODUCTION EDITOR: Ariana Pettis

EDITORS

ALEMANIA: Claudia Eilers

BULGARIA: Tatiana Grigorova

CHINA: Tianrang Mai

COREA: Junemo Kim

ESLOVENIA: Marija Javornik

ESPAÑA Y PORTUGAL: Gonçalo Pereira

FRANCIA: Emmanuel Mounier

GEORGIA: Ketevan Chumburidze

HUNGRÍA: Tamás Vitray

INDONESIA: Didi Kaspi Kasim

ISRAEL: Tal Zur

ITALIA: Marco Cattaneo

JAPÓN: Shigeo Otsuka

KAZAJISTÁN: Yerkin Zhakipov

LENGUA ÁRABE: Hussain AlMoosawi

PAÍSES BAJOS/BELGICA: Bram Mullink

POLONIA: Łukasz Zaluski

REPÚBLICA CHECA: Tomáš Tureček

TAIWÁN: Yungshih Lee

THAILANDIA: Kowit Phadungruangkij

Copyright © 2024 National Geographic Partners, LLC.
Todos los derechos reservados. National Geographic y
Marco Amarillo: ® Marcas Registradas.

RBA REVISTAS

Licenciataria de
NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS, LLC.

RICARDO RODRIGO *Presidente*

JOAN BORRELL *Director General Corporativo*

AUREA DIAZ *Directora General de Contenidos*

BERTA CASTELLET *Directora General de Marketing*
y Comercial

SUSANA GÓMEZ MARCULETA *Directora Editorial*

JORDINA SALVANY *Directora creativa*

JÓSEP OYA *Director General de Operaciones*

RAMON FORTUNY *Director de Producción*

© RBA REVISTAS, S.L. 2024

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la
reproducción, almacenamiento en cualquier medio o
soporte, distribución, comercialización y comunicación
pública de la presente publicación, su transformación
total o parcial, así como la de sus textos, dibujos,
fotografías, portada, marca y cualquier contenido.
La prohibición alcanza también a cualquier uso de
los contenidos relativos a la denominada inteligencia
artificial. Tampoco se pueden utilizar para recopilaciones,
reseñas, revistas de prensa o citas, sin la autorización
expresa y por escrito de la titularidad de la revista.

La infracción de cualquier derecho sobre la presente
publicación, titularidad de RBA REVISTAS S.L., será
perseguida siguiendo las leyes aplicables y se exigirá
a los infractores la imposición de las sanciones civiles
y/o penales establecidas en la normativa vigente,
y las indemnizaciones que correspondan.



El LATIDO que nos INSPIRA

GONÇALO PEREIRA ROSA

PERMÍTANME contarles una historia. Para ello debemos viajar a la corte de Carlos I, rey de Inglaterra en el siglo XVII. En 1641, el monarca supo que el joven hijo del vizconde de Montgomery había sufrido años antes un violento accidente a caballo. Se fracturó varias costillas, y la herida le generó un absceso que se curó sin cicatrizar. El muchacho creció sano, pero con un agujero abierto en el pecho que permitía a los demás ver el latido de su corazón. Se dice que el rey le pidió introducir un dedo en el orificio y tocó el músculo palpitante.

Para muchos aquello era un milagro, una curiosidad anatómica extravagante. Para el médico real William Harvey fue una epifanía: siglos de tradición anatómica habían atribuido hasta entonces al corazón funciones que hoy sabemos pertenecen al cerebro. Emociones, pensamientos y comportamientos cuya coordinación la neurología asigna ahora a diferentes áreas del hipocampo y de la amígdala. Pero verlo bombear sangre, como un motor circulatorio, cambió la percepción del sistema. El corazón dejó de ser el dueño de nuestra existencia.

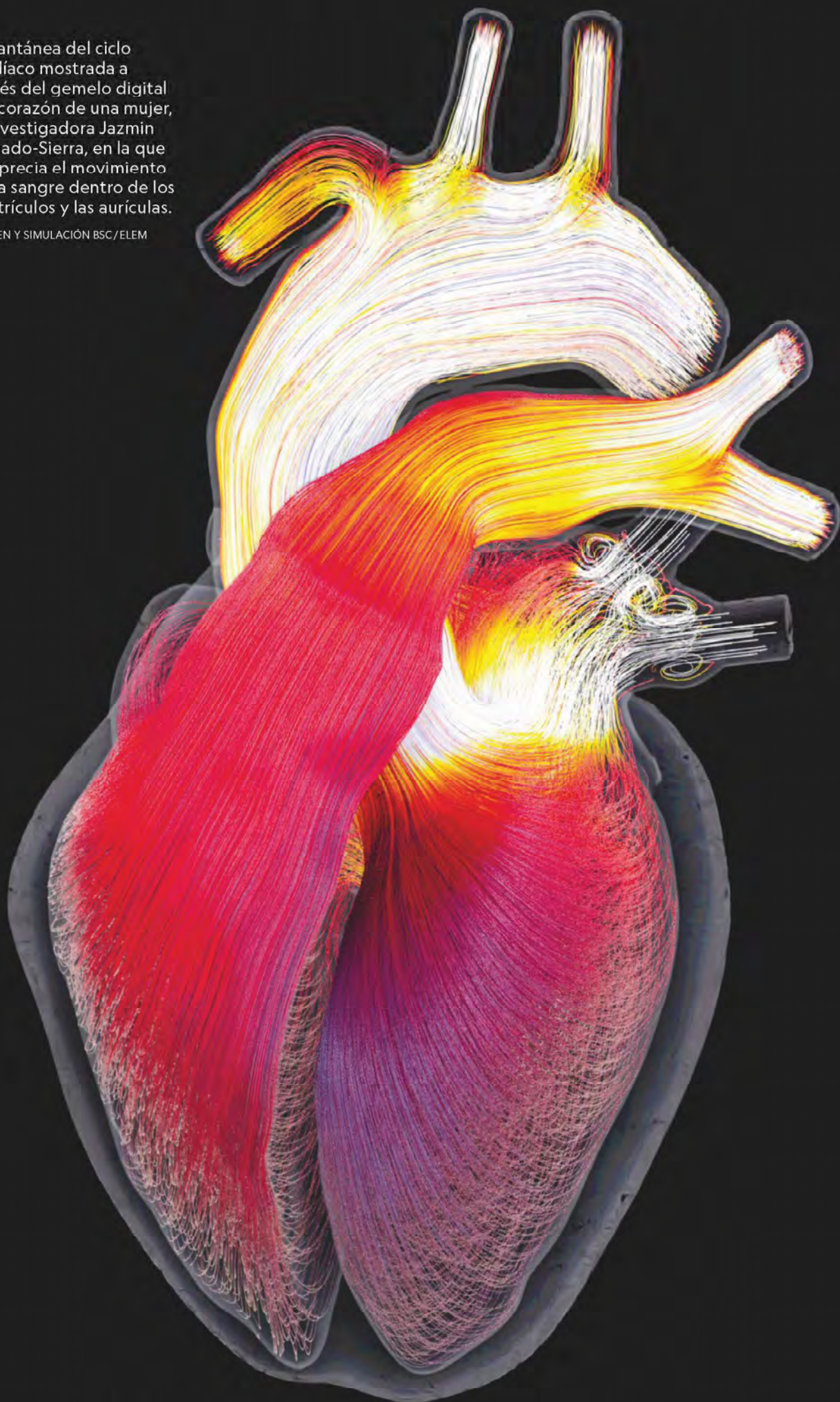
En este número nos propusimos descubrir las investigaciones más recientes en el campo de la cardiología. Visitamos el despacho de un científico que nos mostró la réplica virtual de un corazón, que permite a los médicos probar la capacidad de carga del músculo y simular diferentes estímulos. Asistimos a una operación de cinco horas en la que el protagonista era un robot y el cirujano principal actuaba a varios metros del paciente al que operaba. Entrevistamos a un atleta que compite diariamente con un desfibrilador subcutáneo implantado y a otros cuya *performance* cardíaca se mide al detalle y en todo momento durante los entrenamientos o las competiciones.

De este viaje de descubrimiento del corazón regresamos con un renovado respeto por nuestro órgano más vital. Puede que ya no sea el maestro de todas las fantasías, pero está en el centro de una gigantesca revolución biomédica que nos afectará a todos.

Los investigadores Silvia Ceccacci y Mariano Vázquez frente a la réplica virtual de un corazón. Estos gemelos digitales serán fundamentales para determinar el diagnóstico y el tratamiento,

Instantánea del ciclo cardíaco mostrada a través del gemelo digital del corazón de una mujer, la investigadora Jazmin Aguado-Sierra, en la que se aprecia el movimiento de la sangre dentro de los ventrículos y las aurículas.

IMAGEN Y SIMULACIÓN BSC/ELEM



INVESTIGACIÓN GENÉTICA

BIOIMPRESIONES 3D

CIRUGÍA ROBÓTICA

INTERVENCIONES MÍNIMAMENTE INVASIVAS

POLIPÍLDORA

ULTRASENORES DE BIORRITMOS Y RENDIMIENTO

GEMELOS DIGITALES DEL CORAZÓN

DEFIBRILADORES IMPLANTABLES

TERAPIAS DE ARN

EL NUEVO CORAZÓN

TEXTO DE CRISTINA SÁEZ Y MÒNICA ARTIGAS
FOTOGRAFÍAS DE PAU FABREGAT

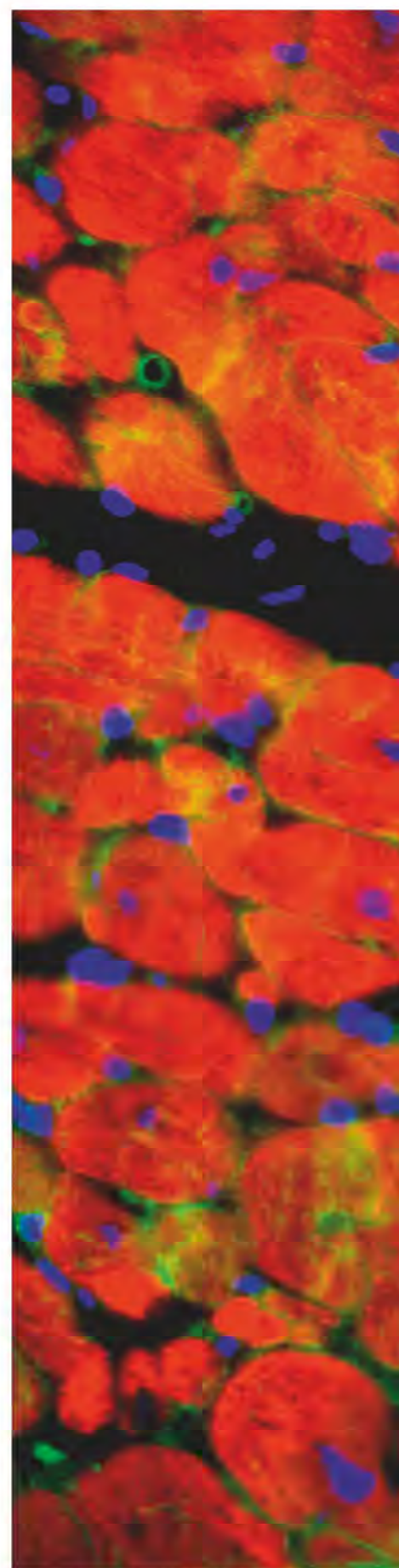
Las enfermedades cardiovasculares son todavía la primera causa de muerte en el mundo, pero la cardiología avanza con pasos de gigante para gestar terapias innovadoras y métodos de detección tan fascinantes que parecen salidos de una película de ciencia ficción. Se trata de una nueva era. Bienvenido, nuevo corazón.

LUCÍA NACIÓ PORQUE ESTELA, SU HERMANA MAYOR, había muerto inesperadamente. De no haber sido así, probablemente esta joven barcelonesa de 32 años no estaría aquí, relatándonos su historia de lucha. La joven camina despacito, con movimientos pausados pero decididos. Nos saluda con una sonrisa franca. Hoy le toca revisión con su cardióloga y una nueva sesión del programa de rehabilitación que sigue para prepararse para un trasplante de corazón.

Acompañada por sus padres, entra en el despacho de la doctora Ana García y ambas se saludan con afecto. Se nota que hace ya más de 12 años que mantienen una relación de confianza y que se ven y charlan asiduamente: cada seis meses cuando todo va sobre ruedas, y cada dos o incluso semanalmente cuando Lucía sufre alguna arritmia o no se encuentra bien.

García, jefa del Servicio de Cardiología del Hospital Clínic de Barcelona e investigadora del Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC), es una de las expertas más reconocidas en España en cardiopatías familiares, enfermedades cardíacas y de la aorta hereditarias que afectan a más de un miembro de la misma familia. Algunas de estas dolencias, como la miocardiopatía hipertrófica, pueden padecerla una de cada 200 o 400 personas. «Están causadas por mutaciones en genes que codifican para una proteína del corazón», explica García.

Cuando estas cardiopatías aparecen en la niñez suelen ser más graves. Es el caso de Lucía, quien, además, ha heredado dos variantes genéticas, una por parte de padre y otra de madre, que le producen una miocardiopatía dilatada por desmoplaquina. Esta condición afecta a una de cada 2.000 personas y provoca que el músculo cardíaco se torne alargado y débil y sea incapaz de bombear sangre. Por ello, el corazón de Lucía apenas se mueve.



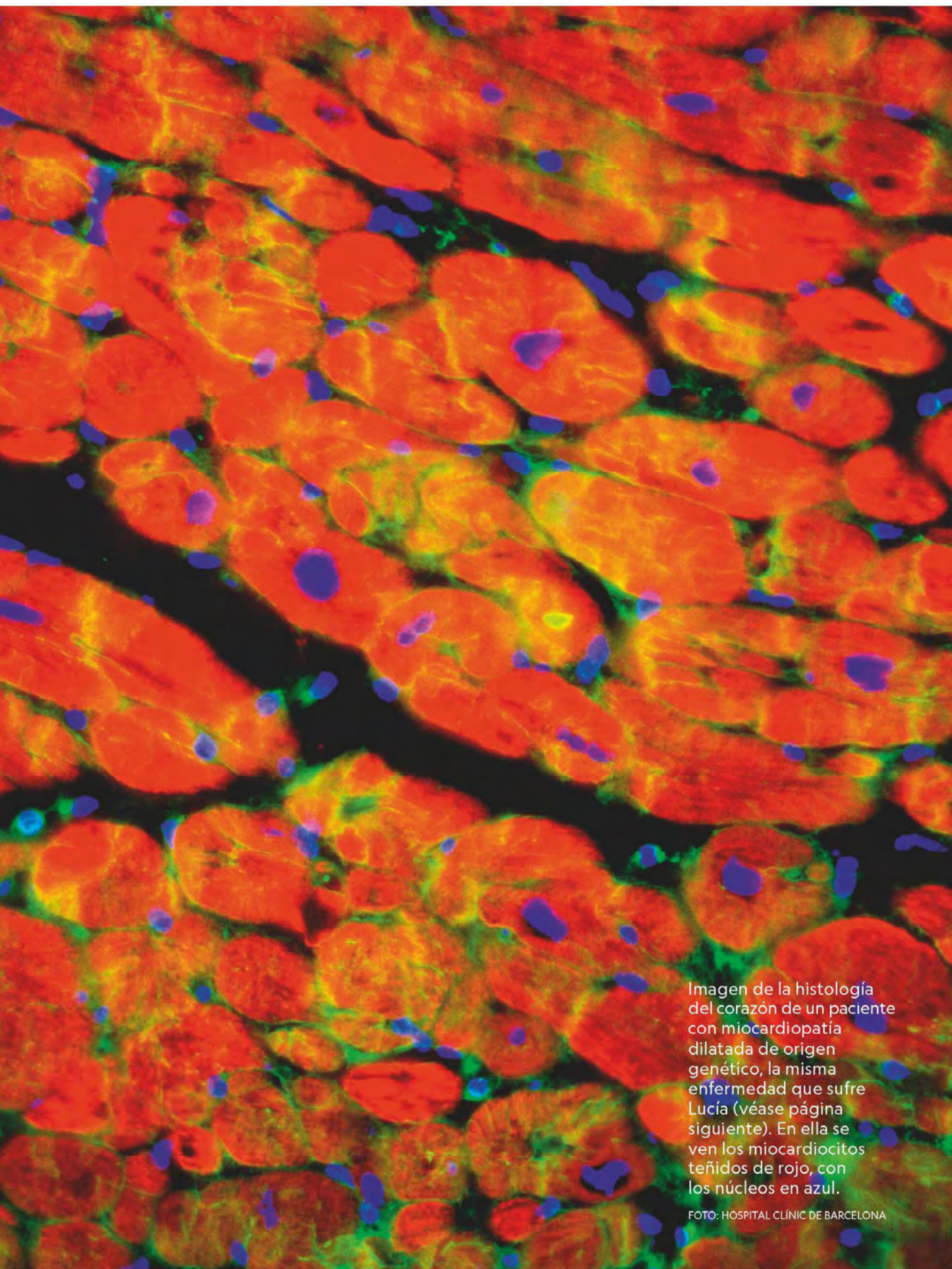


Imagen de la histología del corazón de un paciente con miocardiopatía dilatada de origen genético, la misma enfermedad que sufre Lucía (véase página siguiente). En ella se ven los miocardiocitos teñidos de rojo, con los núcleos en azul.

FOTO: HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA

La investigación en este ámbito ha dado pasos de gigante. Hace diez años apenas se habían empezado a identificar estas mutaciones. Con frecuencia, los portadores sufrían un accidente cardiovascular y morían; podía suceder cuando eran adultos, pero también morían bebés y niños.

Es lo que le ocurrió a Estela, la hermana de Lucía. Su madre, Mari Carmen, no puede evitar emocionarse al recordarlo. Estela era una niña alegre y aparentemente sana, pero una tarde comenzó a sentirse cansada. Sus fuerzas flaquearon los meses siguientes, se sucedieron las visitas a urgencias, aparecieron las arritmias. Hasta que 14 días después de cumplir nueve años, estando ingresada, falleció. Nunca supieron qué había pasado. A Mari Carmen se le quiebra la voz y se le humedecen los ojos. El dolor de perder a un hijo no lo borra el tiempo, por mucho que hayan pasado más de 40 años.

OTRO HIJO, OTRA ILUSIÓN, fue lo que Manolo y Mari Carmen persiguieron tras perder a Estela. Lucía nació sana y vivió una infancia sin problemas. Pero a los 16 años la maldición genética que corría en su familia, sin ser ellos conscientes, volvió a dar la cara. Una noche, en casa y sin previo aviso, sufrió un síncope, se desmayó y, al volver en sí, no paraba de vomitar. Horas después estaba ingresada en la UCI del hospital pediátrico Sant Joan de Déu, en Barcelona, donde a los pocos días le implantaron un desfibrilador automático (DAI). Lucía se retira la camisa y nos muestra un bultito bajo su clavícula izquierda. «En una semana tuve que asumir que mi vida había cambiado por completo», afirma.

Para los padres, descubrir que su hija padecía una enfermedad genética hereditaria fue una sorpresa que les permitió unir los puntos: la muerte de Estela, la de una prima trasplantada de corazón, la de un tío materno de 48 años, la de otro familiar que había fallecido por problemas cardíacos. «Es la misma enfermedad, pero varía la expresión, cómo esa mutación se transforma en cardiopatía», señala la doctora García.

La enorme variabilidad en la manifestación de este tipo de enfermedades es uno de los principales retos a los que se enfrenta la ciencia. «Cada año se describen nuevas mutaciones



Lucía (arriba), de 32 años, aquejada de una miocardiopatía dilatada por desmoplaquina, se somete a un electrocardiograma de seguimiento que le practica la cardióloga Ana García (a su derecha) en el Hospital Clínic de Barcelona. La acompañan sus padres, Manolo y Mari Carmen, de quienes ha heredado la variante genética que le ha causado la enfermedad. Lucía está en lista de espera para un trasplante de corazón.



causales; la investigación nutre grandes bases de datos internacionales que nos permiten ir elucidando qué variantes son benignas y cuáles causales», explica la cardióloga. Esta información resulta crucial para hallar de forma temprana a otros portadores en una misma familia y tratarlos de manera preventiva. «No llevamos pacientes, llevamos familias enteras», recalca García. Algo que hace apenas unos años era sumamente complejo, largo y costoso, ahora se ha simplificado e incorporado en la práctica clínica

diaria. Para identificar si la persona es portadora de una mutación causante de cardiopatía, habitualmente se realiza un exoma completo a partir de plasma con el que se evalúan los exones del ADN, la parte de los genes que codifica para proteínas; esta valiosa información permite detectar un porcentaje elevado de las causas genéticas.

Hoy la doctora García le hace una ecografía a Lucía que revela un corazón completamente agotado. De ahí que le haya planteado someterse a un trasplante, siempre la última alternativa



terapéutica, ya que un trasplante implica un tratamiento de inmunosupresión y eso aumenta la predisposición a que aparezcan otros problemas. Lucía lleva un mes en lista de espera y su cardióloga le explica que podría tener que aguardar hasta cinco meses más para dar con el donante adecuado. «Cuando me recupere de la intervención, me gustaría poder ir a una clase de zumba y ser menos restrictiva con la sal», confiesa. Y entonces sonríe, esperanzada.

BUENA PARTE DE LA INVESTIGACIÓN puntera que ha contribuido a salvar la vida de Lucía se forja en el CNIC. Ubicado en Madrid, el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III es una institución pionera comandada por uno de los cardiólogos más relevantes del mundo, Valentí Fuster, quien, según el último *ranking* del grupo de investigación Cybermetrics Lab, es el científico español más citado de la historia. No es de extrañar: basta echar un vistazo a sus hitos para percatarse de que ha sentado las bases de la cardiología actual. Algo que hoy nos parece tan de Perogrullo como que es mejor prevenir que curar se lo debemos a él.

El cardiólogo nos cita a las 7:30 de la mañana en su despacho. Él ha llegado hace una hora procedente de Nueva York, donde reside y dirige desde 1994 el prestigioso Instituto Cardiovascular del Hospital Mount Sinai. Ya hace 20 años que cada semana toma un avión el jueves por la tarde para amanecer el viernes en el CNIC, donde le espera una maratónica jornada junto a los investigadores del centro y en la que también reserva tiempo para sus dos «obsesiones», los jóvenes, que «son el futuro», y la divulgación de la salud. Sus 82 años cumplidos, los viajes constantes a uno y otro lado del charco y una agenda científica y clínica imposible para cualquier otro humano no parecen agotarle la energía. «Es porque lo que hago me motiva», asegura. Realmente, Fuster es excepcional.

«Llevo toda la vida dedicado a estudiar el corazón y aún no comprendo cómo puede estar toda la vida contrayéndose con tanta eficiencia sin averiarse», confiesa con franqueza nada más comenzar a charlar. Revisar algunos datos de este órgano de apenas 300 gramos es contagiarse de la fascinación de Fuster: late una media de 60 veces por minuto –30 en el caso de deportistas

El cardiólogo Valentí Fuster reside en Nueva York, pero cada semana acude al CNIC para seguir adelante con su labor investigadora en este centro madrileño.

Izquierda

Fundado en 1999, el Laboratorio del Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC) está focalizado en comprender las bases de la salud y la enfermedad cardiovascular.



fuera de serie como Miguel Induráin o Kilian Jornet–, unos 3.000 millones de veces a lo largo de una vida; sus válvulas se abren y cierran constantemente y aguantan décadas funcionando a la perfección, pese a que sus células apenas se regeneran. Con la edad, obviamente, pueden deteriorarse y necesitar un reemplazo.

Pero a pesar de lo competente que es este órgano, las enfermedades cardiovasculares son desde hace unas décadas la primera causa de mortalidad en el planeta, por delante incluso del cáncer. Según estimaciones de las principales asociaciones de cardiología internacionales, cada año fallecen al menos 17 millones de personas a causa de enfermedades del corazón, una cifra que va en aumento y que está íntimamente ligada a una dieta inadecuada con un alto contenido en azúcares y grasas, al sedentarismo, al tabaquismo, a la contaminación, al sobrepeso y a la obesidad. «Empecé mi carrera investigadora ahondando en las causas de las cardiopatías, en cómo, cuándo y por qué se producía la enfermedad, hasta que me di cuenta de que la mayoría están causadas por la conducta humana –dice Fuster–. Eso me hizo cambiar el foco y centrarme en fomentar la salud a través de la prevención».

Ese cambio de rumbo explica en buena medida los dos proyectos que implementó en el CNIC cuando asumió su liderazgo en 2004 y que continúan siendo el buque insignia del centro: la polipíldora, que la OMS ha reconocido recientemente como medicamento esencial, y el estudio PESA CNIC-Santander, sobre la aterosclerosis.

LA POLIPÍLDORA nació de otra obsesión de Fuster: la adherencia al tratamiento, o lo que es lo mismo, la necesidad de que el paciente se tome la medicación pautada, algo que le sorprendía que no ocurriera, ni siquiera cuando las personas habían sufrido un infarto. De ahí que quisiera simplificar el tratamiento y reducir la prescripción diaria de tres o cuatro pastillas a solo una. Esta es la génesis de la polipíldora, que ha costado más de 20 años sacar adelante y al menos 30 prototipos hasta dar con la fórmula del éxito. Hoy este fármaco se comercializa en 25 países europeos y está recorriendo los últimos pasos para lanzarse también en Estados Unidos.





Con el fin de fomentar la formación de nuevos investigadores en biomedicina y cardiología, el CNIC ha desarrollado un programa de estudios accesible para jóvenes desde la enseñanza secundaria hasta la formación de postdoctorales.

Su bajo coste, destaca esperanzado Fuster, puede hacerlo decisivo en países en vías de desarrollo, donde en las últimas décadas la enfermedad cardiovascular se está disparando.

Otro de los grandes descubrimientos del CNIC ha llegado gracias al estudio PESA CNIC-Santander, que ha constatado que las enfermedades cardiovasculares, como ocurre con las neurodegenerativas, empiezan décadas antes de dar la cara. El estudio hizo un seguimiento durante 10 años a 4.000 trabajadores voluntarios del Banco de Santander de entre 40 y 55 años para descubrir que la enfermedad cardiovascular se iniciaba en las piernas, donde están las grandes arterias, sin dar síntomas y que posteriormente avanzaba afectando las arterias más pequeñas.

«Fue una revelación –subraya Fuster–. Vimos que los factores de riesgo tienen un impacto mucho mayor en la gente más joven: un colesterol elevado es mucho más perjudicial para las arterias a los 40 que a los 60». Estos hallazgos han llevado al CNIC a iniciar, con la Fundación Pascual Maragall, el estudio PESA Brain, que escudriña la relación entre la enfermedad cardiovascular y la neurodegenerativa dentro de la misma población de voluntarios del Santander. Y es que el hecho de que el flujo sanguíneo arterial se vea afectado por las placas de colesterol reduce la cantidad de irrigación que recibe el cerebro, lo que implica menor glucosa en este órgano y la muerte de las células nerviosas.

PASEAR POR EL CNIC es descubrir el mundo de la medicina de precisión del futuro. En uno de los laboratorios se desarrollan terapias de ARN que bloquean la síntesis del colesterol; una de ellas, ya en el mercado, se administra dos veces al año. En otro investigan tecnologías de edición genética CRISPR para tratar *in vivo* enfermedades cardíacas hereditarias. Y entre los últimos hallazgos de este centro figura el haber descubierto cómo un metabolito de la microbiota intestinal está detrás de la arteriosclerosis. Algunas imágenes parecen salidas de películas de ciencia ficción.

Lo mismo ocurre cuando al cabo de unos días acudimos al Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (IDIBELL), donde es imposible no maravillarse cuando la investigadora

La resonancia magnética cardíaca (RMC) es una técnica de diagnóstico por imagen no invasiva que permite analizar la anatomía y la función cardiovascular; se indica cuando el cardiólogo ya ha detectado una anomalía.

Abajo

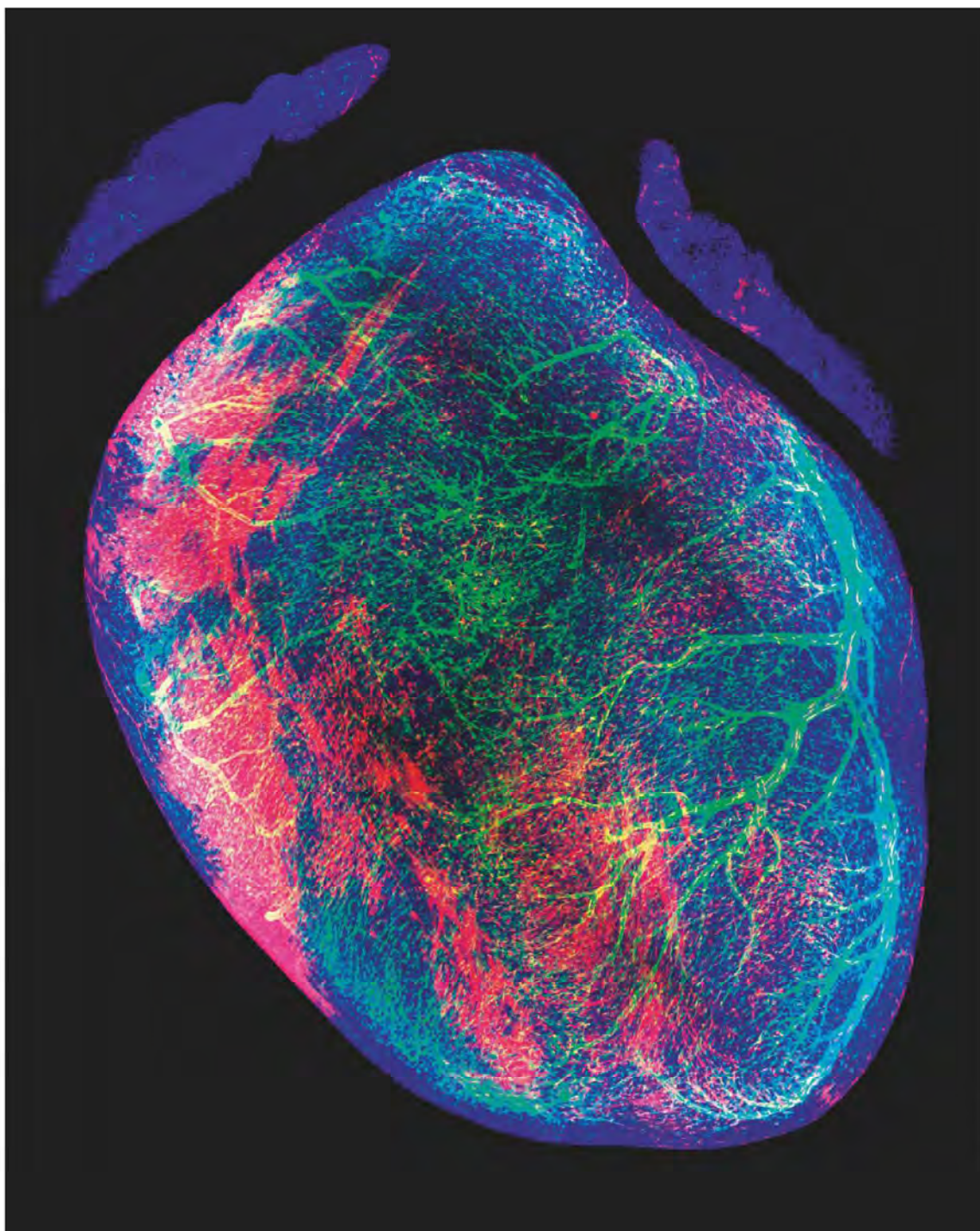
El CNIC y Philips han desarrollado una revolucionaria técnica de RMC ultrarrápida que reducirá la duración de esta prueba de 40 minutos a solo uno. Actualmente está en fase de validación internacional.



Laura Casado pone en marcha la bioimpresora e imprime en tres dimensiones, capa a capa, un pedazo de tejido cardíaco ¡que late!

El equipo de medicina regenerativa del IDIBELL ha diseñado este tejido para tratar la insuficiencia cardíaca, una de las enfermedades cardiovasculares más debilitantes y con mayor impacto en la calidad de vida. Se estima que la padece entre un uno y un dos por ciento de la población, y más del 10 por ciento por encima de los 70 años. Y no existe cura para ella, solo fármacos que retrasan la progresión de la dolencia, que provoca que el corazón pierda progresivamente capacidad de contracción y, por lo tanto, de bombear sangre al resto del organismo hasta que se para. Muchos pacientes mueren.



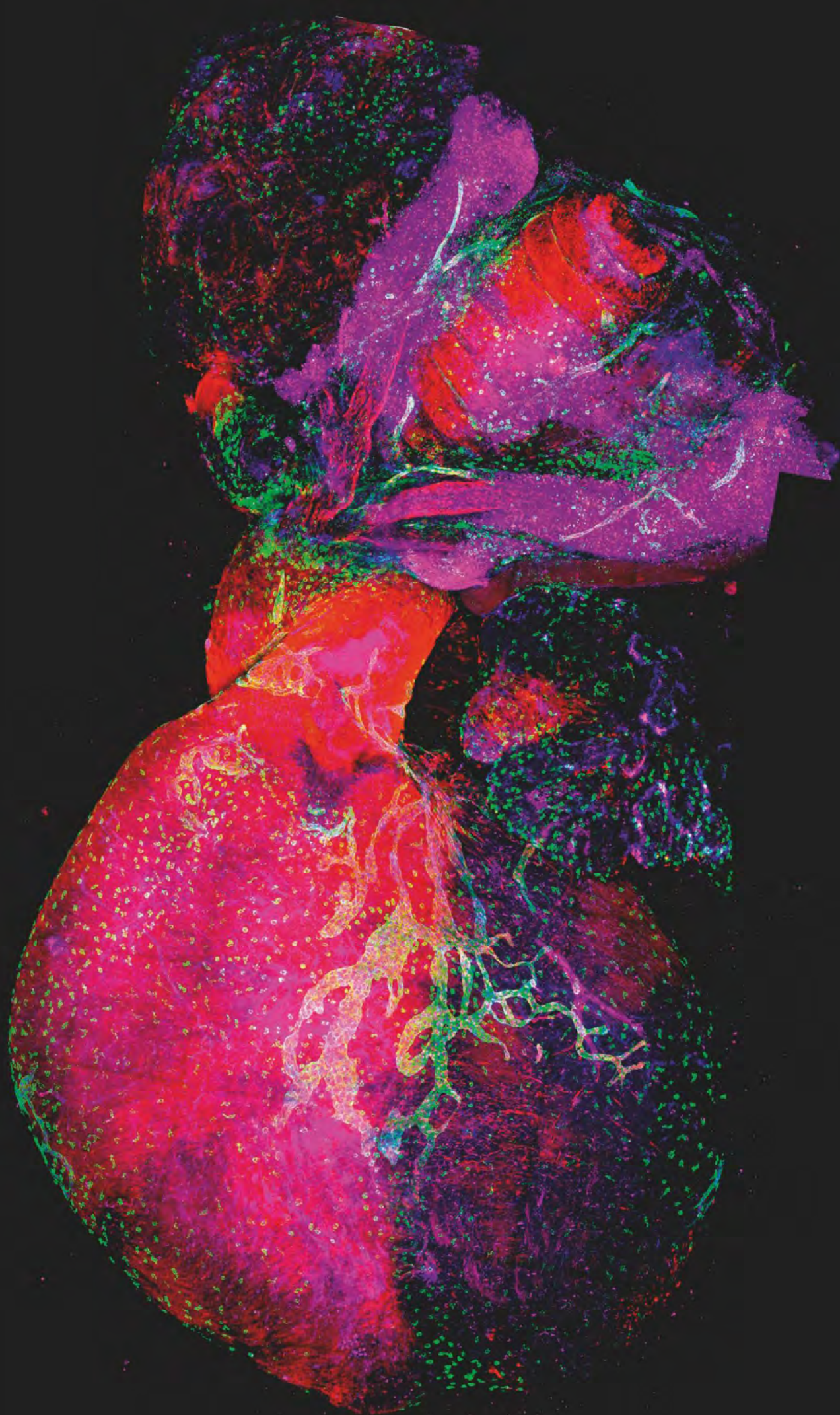


FOTOS: CNIC (AMBAS)

Un grupo de investigadores del CNIC liderado por la doctora Sara González descubrió una proteína que participa en la maduración de los vasos del corazón durante el desarrollo embrionario y cuyo déficit afectaría a las arterias coronarias. Con técnicas microscópicas de alta resolución se ha conseguido un detalle sin precedentes de la vascularización coronaria, en este caso en el corazón de un ratón.

Derecha

La vasculatura linfática del corazón, que cumple funciones tales como la protección de este órgano frente a infecciones o la recuperación tras un infarto, es aún muy desconocida. El estudio de los doctores Miguel Torres y Ghislaine Lioux desveló que en su formación participan células de distintos tejidos.



De ahí la relevancia de este parche, que se colocará sobre el músculo cardíaco dañado para ayudarlo a funcionar. «Otorgará a los pacientes entre 10 y 15 años de vida con calidad porque contribuirá a frenar el deterioro del corazón», asegura Ángel Raya, un valenciano pionero en medicina regenerativa en España que insiste que en menos de 10 años se utilizará en los hospitales y será revolucionario. De momento, ya se han realizado ensayos clínicos en cerdos, un paso previo fundamental para avanzar hacia las pruebas en humanos.

EL PASILLO SUBTERRÁNEO que une el Centro de Corazón y Pulmón de la Universidad de Cambridge con el Hospital Royal Papworth –y que en caso de urgencia sirve para trasladar rápidamente a un paciente– es una especie de muestra arquitectónica de la estrecha colaboración entre la investigación y la práctica clínica que marca los avances en cardiología. Estamos en el campus biomédico de Cambridge, un enclave futurista en el que también hay un lugar para la industria: el edificio de AstraZeneca proyecta su sombra sobre la fachada del Royal Papworth, una referencia mundial en tratamientos cardiológicos y trasplantes. El mundo puede ser digital, pero los vecinos importan. «El hecho de habernos venido aquí juntos respondió a un plan totalmente deliberado», explica Ian Smith, director médico de este hospital dedicado exclusivamente al corazón y al pulmón. Hablamos con él en el modernísimo y luminoso *hall*, diseñado con forma oval para recordarnos el músculo humano vital.

Inaugurado en 2019 y con 2.200 profesionales en plantilla, el Royal Papworth de Cambridge es la nueva versión de un hospital situado en un pequeño pueblo de Cambridgeshire, Papworth, fundado en 1918 para atender a los soldados con tuberculosis en la Primera Guerra Mundial. En 1950 se especializó en cardiología y desde entonces ha marcado hitos históricos. Aquí fue donde en 1979 se hizo el primer trasplante doble de corazón y pulmón en Europa; o donde en 1986 se consiguió por primera vez un reemplazo de órganos triple: corazón, pulmón e hígado. También ha batido récords: solo pasan 30 segundos desde que la ambulancia llega al hospital y el

paciente es atendido de un infarto. El Royal Papworth también se ganó su fama por haber sido el primero de Europa en realizar, en 2015, un trasplante tras una donación por parada circulatoria (DCD), que implica trasplantar el corazón de un donante que ya ha perdido el latido.

Antes de que existiera este procedimiento solo se podía trasplantar el corazón de un donante que había sufrido muerte cerebral, y que por lo tanto seguía latiendo. Ahora, en cambio, es posible trasplantar el corazón de un donante cuya causa de muerte haya sido otra y cuya función cardíaca ya se haya detenido. «Con la ayuda de un procedimiento llamado *heart-in-box* («corazón en una caja») conseguimos resucitar ese corazón», explica Smith. Y acto seguido añade, con cierta pena, que a pesar de haber sido «los primeros en el mundo en probar y publicar este avance, en la práctica clínica nos ganó por muy poco un equipo médico australiano».

Anualmente se llevan a cabo entre 6.000 y 9.000 trasplantes de corazón en el mundo, unas intervenciones que gracias a la DCD han aumentado un 30 por ciento en los últimos años. La investigación en el Royal Papworth sigue avanzando en este sentido: «Uno de nuestros grandes objetivos es generar sistemas para mantener los órganos vivos, sean pulmones o corazones, fuera del cuerpo», señala Smith.

El Papworth Royal Hospital es además cuna de estrellas de la cardiología. Porque en medicina, como en tantas otras disciplinas, también hay *rock stars*. Una de ellas es el afamado cirujano David Jenkins. A la vuelta de nuestro viaje a Cambridge, al conversar en el Hospital Clínico de Barcelona con la también cirujana Elena Sandoval sobre nuestro periplo por el Reino Unido antes de entrar en el quirófano, nos asegura que «¡todo el mundo conoce a Jenkins!, es un fuera de serie».

Ante esa afirmación no podemos evitar preguntarle qué cualidades debe poseer un cirujano cardiovascular para que se le considere así, un *crack*. Sandoval no se lo piensa ni dos segundos antes de responder, lo vive cada día en quirófano: «Debe tener capacidad para anticiparse, experiencia, sabiduría, firmeza y temple. Por eso, Daniel Pereda también es un *crack*».



El corazón humano pesa unos 300 gramos y late una media de 60 veces por minuto –30 en el caso de deportistas como Miguel Induráin o Kilian Jornet–, unos 3.000 millones de veces a lo largo de una vida.

SON LAS 7 DE LA MAÑANA, pero Daniel Pereda aún no ha llegado al quirófano. De hecho, será el último en hacerlo. Aparece casi dos horas después y, mientras una enfermera le ayuda a desinfectarse las manos, colocarse la bata y ponerse los guantes estériles, nos explica, con ese temple al que aludía su colega, que han tenido que atender una urgencia, una parada cardíaca.

Su equipo lleva dos horas preparándolo todo. El paciente está anestesiado e intubado en la mesa de operaciones. A su alrededor, un enjambre de anestesiistas, médicos y personal de enfermería controlan sus constantes y preparan el instrumental. Han limpiado con clorhexidina el tórax y el muslo derecho, por el que accederán a la arteria femoral. En la sala hay varias bandejas con todo tipo de herramientas, desde unas muy largas, de unos 40 centímetros, hasta escalpelos, pinzas, gasas, tijeras, unipolares... Hoy toca reparar una válvula mitral que no funciona bien, nos cuenta Pereda. Es una de las intervenciones más habituales en este quirófano.

Junto a la mesa de operaciones llaman la atención dos grandes aparatos. Uno es para llevar a cabo la circulación extracorpórea: cuando estén operando el corazón, la sangre del paciente pasará por ahí y luego la bombearán limpia al resto del organismo. El otro es el sistema quirúrgico Da Vinci, una especie de araña robótica de cuatro brazos interactivos, en cuyos extremos

se acoplan las herramientas necesarias para la intervención. Pocos cirujanos cardiovasculares saben manejarlo. Daniel Pereda es uno de ellos.

Da Vinci, el único robot del mundo aprobado por todas las agencias reguladoras para poder realizar cirugías complejas, tiene una biografía interesante. Fue desarrollado por un equipo de cirujanos cardíacos con el objetivo de hacer intervenciones de forma menos invasiva y con total precisión para facilitar la recuperación del paciente. El robot permitía superar las limitaciones propias de la cirugía abierta y de las laparoscopias, y potenciaba las posibilidades de visión, precisión y control del cirujano.

Al principio no triunfó. Demasiado complejo, alegaban los cirujanos que debían usarlo. De no haber sido por los urólogos, que empezaron a adoptarlo para operaciones de próstata, seguramente la compañía que lo comercializaba hubiese quebrado.

Pereda, jefe de la sección de cirugía cardíaca de este hospital de referencia catalán, es además coordinador del centro de cardiopatías congénitas del hospital pediátrico Sant Joan de Déu y uno de los pocos formados en cirugía cardiovascular robótica. Tuvo su primer encuentro con Da Vinci en la Clínica Mayo, en Rochester (Minnesota), y en el Johns Hopkins Medicine, en Baltimore (Maryland), hace 14 años. «Me fascinó y me formé para poder utilizarlo», recuerda.



En el quirófano del Hospital Clínic de Barcelona, los doctores Daniel Pereda y Elena Sandoval realizan una intervención a un paciente de 43 años para repararle la válvula mitral. Para ello se valen del robot Da Vinci, cuyos brazos conectados a los trócares -punzones revestidos de una cánula- permitirán acoplar el instrumental necesario para la intervención.



Cinco horas con Da Vinci

Un equipo de National Geographic accede a un quirófano del Hospital Clínic de Barcelona para asistir a una intervención robotizada en la que se reparará la válvula mitral de un paciente de 43 años. Intervienen dos cirujanos: Daniel Pereda controlará el robot desde la consola y Elena Sandoval se mantendrá junto al paciente. El proceso comienza a las 7 de la mañana y acaba a las 12. Para llevar a cabo la intervención quirúrgica deberán parar el corazón durante 50 minutos y mantener la llamada circulación extracorpórea, en la que la sangre fluirá fuera del cuerpo durante 71 minutos exactamente.



08:50 h La enfermera instrumentista, Judit Corominas, prepara el Da Vinci poniendo fundas estériles de plástico sobre sus cuatro brazos.



09:00 h Los cirujanos Alejandro Fernández Cisneros y Brayan Rubio preparan el acceso a los vasos femorales del paciente.



09:10 h Visión del quirófano a través de la ventana de observación de la puerta. En la misma planta funcionan seis quirófanos simultáneamente.



09:15 h Colocación de cuatro trócares en el tórax del paciente para acoplar a ellos los brazos del robot.



08:52 h Ricard Navarro, anestesiólogo, revisa una ecocardiografía transesofágica del corazón que se realiza en quirófano en tiempo real.



08:53 h El instrumental necesario incluye unos 50 instrumentos; algunos son del robot, otros son las herramientas quirúrgicas habituales.



9:23 h Uno de los últimos pasos del proceso de preparación de la circulación extracorpórea, también llamada bypass cardiopulmonar, es cuando los cirujanos Elena Sandoval y Brayan Rubio colocan las cánulas en la arteria y la vena femorales derechas a través de las cuales se extraerá la sangre del paciente.



09:30 h El equipo acerca el Da Vinci al campo quirúrgico para acoplar los brazos del robot a los trócares, colocados ya en el tórax del paciente.



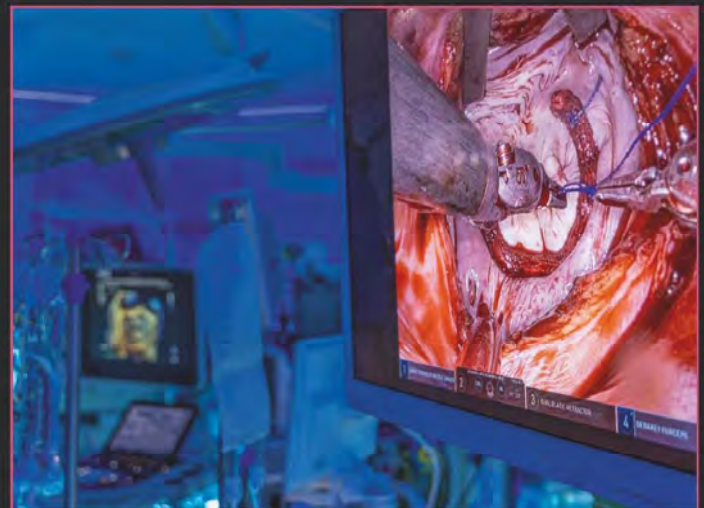
09:33 h Uno de los brazos del robot controla un endoscopio tridimensional con dos cámaras; aquí lo colocan en el cuerpo del paciente.



09:45 h Los perfusionistas controlan la máquina de circulación extracorpórea que oxigena la sangre y administra una solución que parará el corazón.



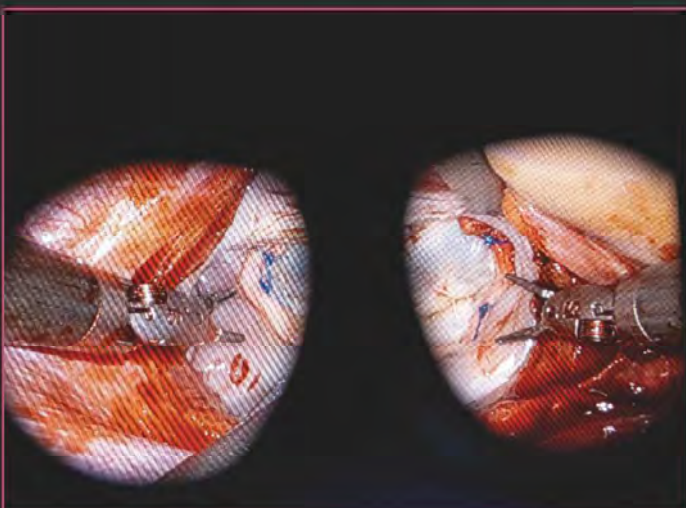
10:13 h La cirujana Elena Sandoval cambia los instrumentos del robot manteniéndose «a pie de cama», como se dice en la jerga clínica.



10:17 h A través de una pantalla se observa la válvula mitral reparada y cómo el robot anuda la sutura que sujeta el anillo protésico que se ha colocado.



10:05 h Daniel Pereda en la consola, que ofrece parámetros ergonómicos de ajuste, controlando el Da Vinci con las manos y los pies. La imagen que ve es la misma que se observa en las otras pantallas, pero a él le llega como dos imágenes (abajo, izquierda) que el ojo humano integra; así se consigue la percepción de profundidad.



10:20 h Para comprobar la competencia de la válvula reparada, se presuriza el ventrículo con suero fisiológico. El corazón aún está parado.



10:45 h Tras 50 minutos sin latido, el corazón vuelve a funcionar. Con otra ecografía transesofágica se evalúa el resultado final de la intervención.

Casi todos los procedimientos para reparar el corazón se realizan abriendo el esternón, el hueso largo y plano que sella la caja torácica, y trabajando directamente sobre el órgano. Son las llamadas operaciones a corazón abierto. Es un método muy invasivo e implica una recuperación larga. Por si eso fuera poco, existe el riesgo, aunque ínfimo, de que el esternón no cicatrice bien o se infecte, o de que surja alguna complicación grave que requiera una nueva cirugía; también puede dejar como secuela dolores crónicos.

«Con la cirugía robótica conseguimos facilitar la recuperación del paciente», dice Pereda. En este tipo de intervenciones se practican pequeños accesos a través de las costillas en los que se introducen los brazos del Da Vinci, que maneja el cirujano desde una consola situada en una esquina de la sala. En «campo» –como se denomina en jerga médica el hecho de estar en la mesa de operaciones–, tocando al paciente, está Elena Sandoval manejando estos instrumentos.

En la gran pantalla que hay en un extremo de la sala se sigue en directo la operación. La concentración es máxima. Pereda controla con ambos pies y manos la cámara y tres instrumentos, simultáneamente. Comienzan con la circulación extracorpórea; la sangre deja de pasar por el corazón hasta que, por la acción de una solución que se administra denominada cardioplejía, deja de latir. Para los neófitos, es uno de los momentos más impactantes de la intervención. Entonces, Pereda «entra» en el corazón con el robot a través de la caja torácica y atraviesa el pericardio para trabajar en una de las cavidades y reparar la válvula que no funciona. Mueve las manos del controlador del robot en la consola y Da Vinci reproduce sus movimientos. El corazón estará parado unos 50 minutos.

Para Pereda, «la sensación es como si te hicieras pequeñito, te metieras en el cuerpo del paciente y trabajaras con tus manos de forma natural». Un par de horas después empiezan a coser y a cauterizar. No queda mucho para que la cirugía termine. La coreografía médica avanza acompañada. Una de las enfermeras envía el anhelado mensaje a la familia del paciente: «Todo va bien».

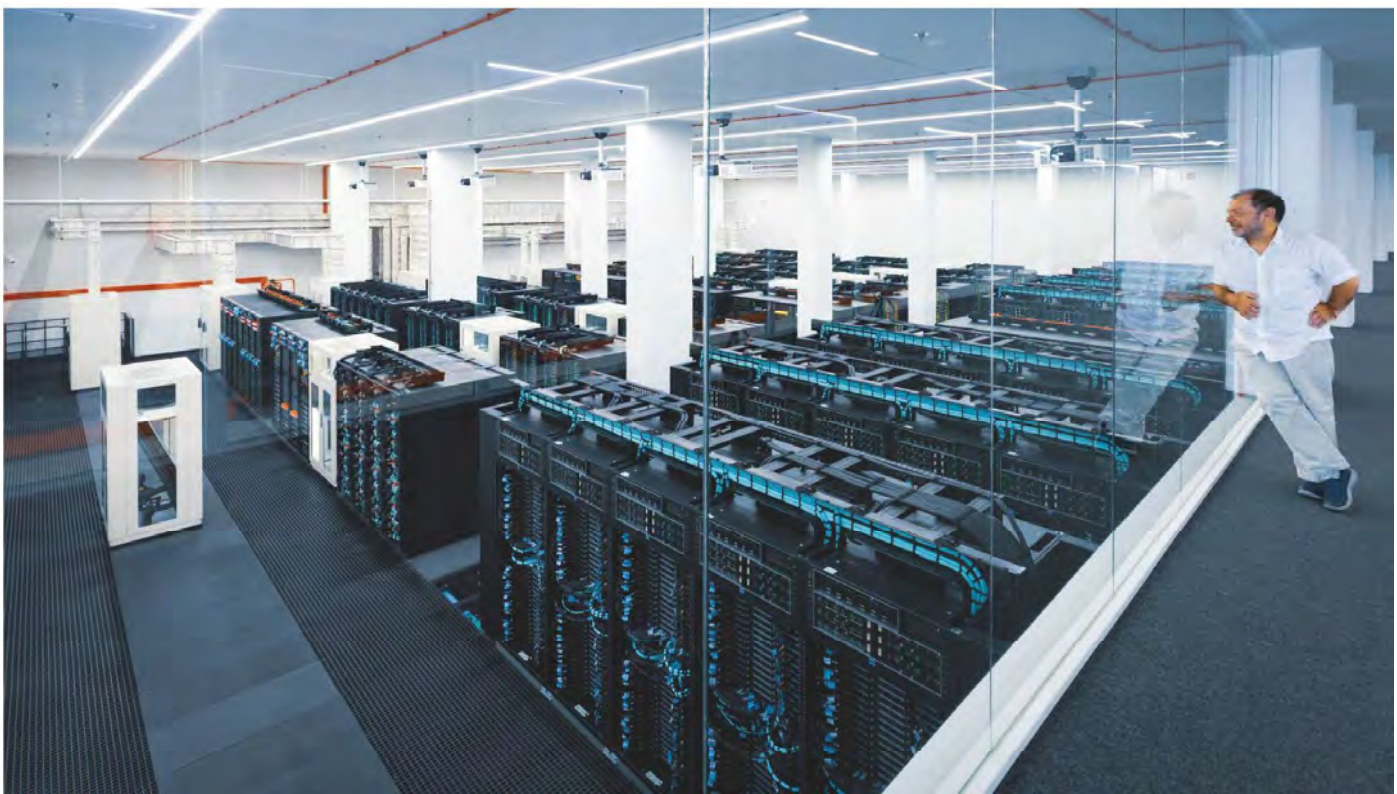
El equipo liderado por Mariano Vázquez (derecha, junto con la investigadora Silvia Ceccacci) es un referente en computación aplicada al ámbito de la salud.

Abajo

El investigador observa el MareNostrum 5, instalado en el BSC-CNS de Barcelona. Es el supercomputador más eficiente de Europa y el quinto del mundo, capaz de realizar 314.000 billones de cálculos complejos por segundo. Un humano con capacidad matemática alta tarda entre 7 y 8 minutos en hacer solo uno.

EN CARDIOLOGÍA, LO «NO INVASIVO» es pura tendencia. Su icono es un elemento clave: el transcatéter. Este tubito que no supera los dos milímetros de diámetro protagoniza una revolución que se nutre de la progresiva miniaturización de los dispositivos implantables y de las cada vez mejores técnicas de imagen que permiten un apoyo preciso. El transcatéter se introduce vía arteria femoral con una pequeña incisión en la ingle y permite llegar al corazón para colocar *stents* en la arteria coronaria, tratar arritmias, reparar válvulas o incluso cambiarlas. Para la directora del Instituto Cardiovascular del Hospital Clínic, Marta Sitges, se trata de un cambio de paradigma: «Las piezas que utilizamos para reparar son cada vez más pequeñas.



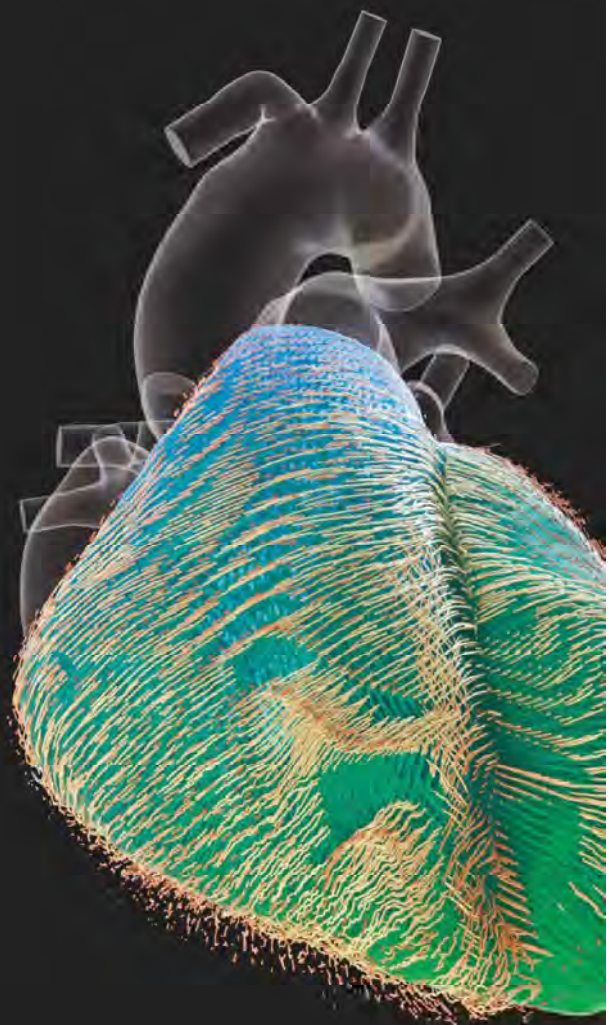


Hasta podemos insertar chips en el corazón que funcionan como un marcapasos. Reducir las intervenciones a una incisión que a veces permite llevar a cabo el procedimiento de manera ambulatoria supone menor riesgo y menor tiempo de recuperación». Desde que se implantó la primera válvula vía transcáteter en Francia hace 25 años, estas operaciones no han hecho más que crecer: hoy, en un hospital como el Clínic se realizan al año 250 TAVI (implantación de la válvula aórtica transcáteter), la operación más frecuente.

¿Qué determina que una misma dolencia se trate con un procedimiento percutáneo transcáteter, con una operación robótica o a corazón abierto? «Hay casos en los que no hay duda, pero muchas veces hay que discutirlo con el equipo. Las intervenciones transcáteter son menos agresivas, pero abrir tiene la ventaja de ver más allá y avanzarte a lo que pueda ocurrir posteriormente», explica Sitges. La edad es determinante, añade: «Hay personas mayores para las que operar a corazón abierto supondría un riesgo; en cambio, en el caso que habéis visto con el Da Vinci, probablemente se decidió este procedimiento porque se trataba de un paciente joven de 43 años, la cirugía ofrecía ventajas en cuanto a resultado y durabilidad y el robot permitía un acceso mínimamente invasivo y muy seguro».

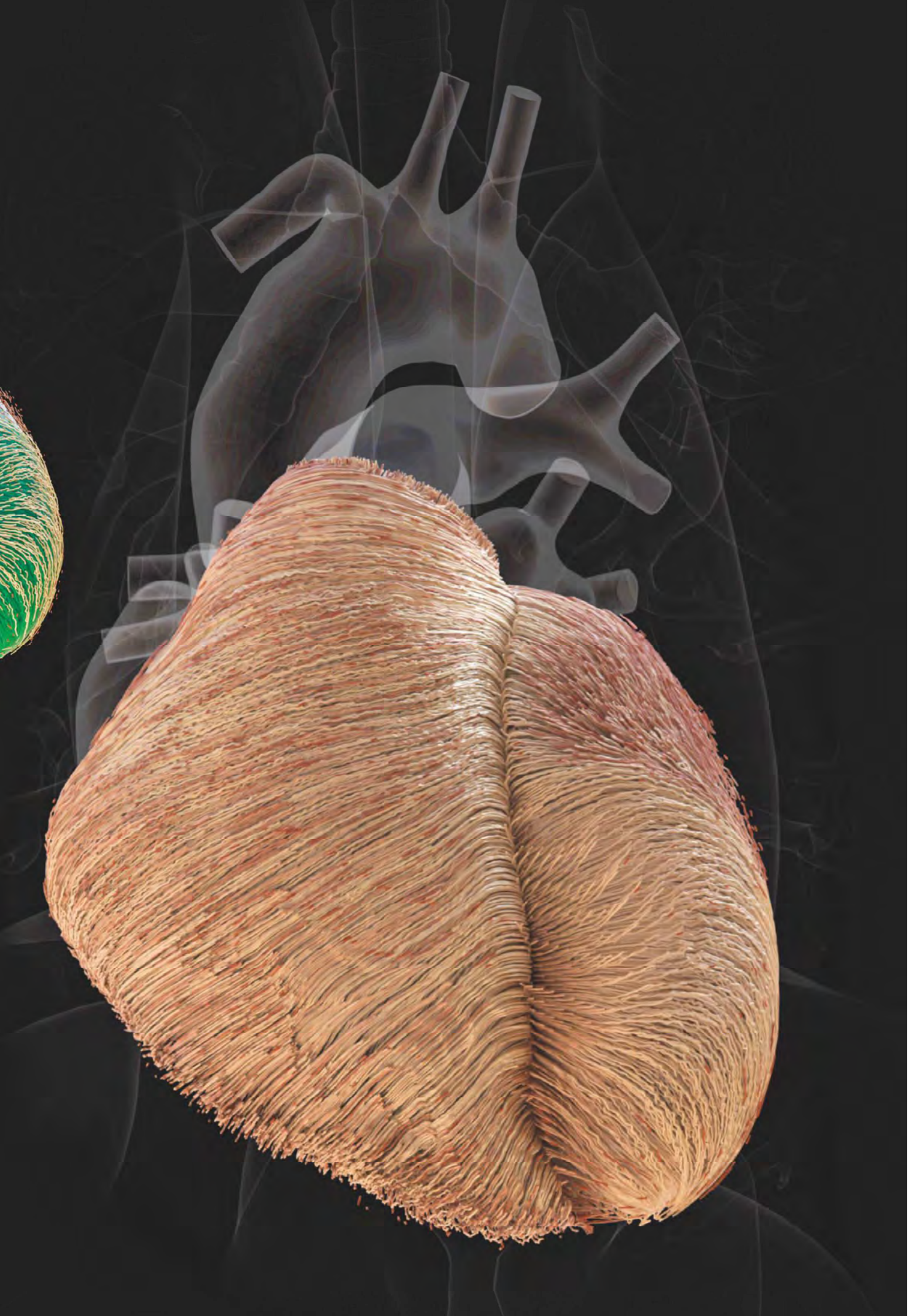
SI A ESTE MISMO PACIENTE no le hubiese fallado la válvula cardíaca ahora, sino dentro de unos años, su cardiólogo podría mostrarle cómo iban a solucionarlo enseñándole una copia virtual de su propio corazón. No están aún en las consultas, pero ya existen gemelos digitales cardíacos que permiten comprobar cómo afecta una medicación o cómo evolucionará una cardiopatía congénita. Mariano Vázquez, investigador del Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) y uno de sus creadores, asegura que «se convertirá en la nueva resonancia magnética: los cardiólogos encargarán réplicas virtuales del corazón para determinar el diagnóstico y el tratamiento».

Vázquez fue un pionero al empezar a trabajar en un gemelo digital de corazón en 2005. Tras lograr un corazón promedio sano, él y su equipo modelaron distintas enfermedades prevalentes,



Las fibras musculares cardíacas son células largas y ramificadas, con forma de cilindro, que están interconectadas entre sí mediante discos intercalados, lo que facilita la sincronización del ritmo cardíaco. Son importantes a la hora de crear un gemelo virtual del corazón, ya que definirán cómo se contraerá el órgano. Estas dos imágenes representan la arquitectura de dichas fibras musculares, que en los ventrículos tienen una forma bastante compleja, mayormente helicoidal, para hacer que el corazón se contraiga. En un órgano enfermo, estas fibras pueden presentar cierto desorden en algunas regiones, haciendo que el corazón bombee mal.

IIIMAGEN Y SIMULACIÓN BSC/ELEM (AMBAS)



como el infarto de miocardio o la insuficiencia cardíaca, generaron una población virtual basada en datos reales y llevaron a cabo un ensayo clínico. «Queríamos demostrar que esta herramienta es tan fiable como los ensayos clínicos convencionales, más rápida y más económica, y no utiliza animales de laboratorio», señala.

Ahora esta tecnología que se forjó en el BSC ha saltado al mercado a través de una *start-up*, ELEM Biotech, de la que Vázquez es uno de los directores. De momento ya llevan unas 600 personalizaciones de corazón de pacientes. Trabajan con hospitales para estudiar la evolución de enfermedades cardíacas congénitas, y con la industria farmacéutica para hacer estudios sobre la seguridad y eficacia de algunos tratamientos. Dentro del privilegiado grupo de quienes tienen acceso a esta personalización están los deportistas de élite.

«EL DEPORTISTA PROFESIONAL tiene un talento excepcional y hay que tratarlo como si fuese un Fórmula 1 para que pueda rendir al máximo», nos suelta Gil Rodas nada más llegar a la ciudad deportiva Joan Gamper. Responsable desde 2017 del área médica del Barça Innovation Hub, del FC Barcelona, Gil Rodas nos acompañará hoy a los espacios donde se realizan las pruebas para que seamos testigos del reconocimiento cardiológico del primer equipo de baloncesto del Barça.

De vez en cuando se detiene, nos mira y deja escapar frases que revelan su entusiasmo ante el futuro: «Vamos hacia la personalización de los entrenamientos, la dieta y la higiene del sueño». Y nos avanza que disponen ya de análisis genéticos de sus deportistas que les permiten predecir susceptibilidades a enfermedades. «Con este conocimiento tan preciso podemos desarrollar estrategias preventivas», asegura.

Llegamos a la consulta donde la cardióloga del deporte María Sanz de la Garza examina el corazón de los jugadores. «¿Qué tal te sientes en el entreno, bien? ¿Has notado algún dolor en el pecho o falta de aire?», le pregunta a Juan Núñez, el base de 1,94 metros de estatura del Barça.

Además de una exploración física, a los jugadores se les realiza un ecocardiograma, una prueba de esfuerzo y una anamnesis para descartar

problemas cardiovasculares. Luego pasan a los tests de rendimiento y se les hace una valoración de la composición corporal y un plan nutricional. Un equipo de médicos del deporte, fisioterapeutas, nutricionistas, enfermeros y cardiólogos trabajan estrechamente con el *staff* deportivo.

Cuando concluye la revisión de Núñez, entra en la consulta el senegalés Youssoupha Birima Fall, el jugador más alto de la liga ACB de 2024-2025. Nada menos que 2,22 metros. Las piernas le cuelgan fuera de la camilla. Sanz de la Garza, más bien menuda, tiene que ponerse de puntillas para colocar sobre el pecho de este pívot el dispositivo con el que le hará el ecocardiograma. Impresiona. Youssoupha tiene un corazón, literalmente, enorme. Si el de una persona media mide como un puño, el de un deportista puede ser hasta un 60 por ciento más grande. Tiene lógica, porque cuanto más se ejercita este músculo, más aumenta de volumen. Además, aquí se suma el hecho de que el volumen de este órgano está en consonancia con su tamaño corporal.

Cada deporte modela el cuerpo de una manera distinta, también el corazón. Un centrocampista se enfrenta a carreras explosivas y largas, como un atleta de 100 metros lisos, de ahí que sus corazones sean similares, mientras que los ciclistas, que hacen más ejercicio de resistencia, son los deportistas que tienen el corazón más grande.

¿Y qué diferencias hay entre hombres y mujeres? De entrada ellas tienen el ventrículo derecho más pequeño, aunque la respuesta al ejercicio es igual en ambos sexos, dice Sanz de la Garza. Otra singularidad es que, según reveló un trabajo del que ella es coautora, las mujeres deportistas tienen un riesgo menor de desarrollar fibrilación auricular, probablemente, señala, porque los estrógenos tienen una función protectora. Paradójicamente, esos mismos estrógenos, que caen en picado en la menopausia, las predisponen a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular.

A pesar de los avances de los últimos años, la salud cardiovascular femenina sigue estando bastante infraestudiada. El ejemplo más conocido es el infarto de miocardio y los síntomas diferentes entre ambos sexos, lo que ha comportado que muchas mujeres hayan fallecido al no haber sido diagnosticadas a tiempo.



Generada mediante simulación computacional de alta precisión sobre datos reales, esta imagen replica la dinámica de la sangre en las cavidades del corazón. Cuando los expertos la observen en movimiento, les permitirá ver la acción de las válvulas, identificar indicadores de enfermedades y decidir la mejor estrategia terapéutica.

IMAGEN Y SIMULACIÓN BSC/ELEM

El fútbol en el corazón

«Quiero seguir jugando», dijo el futbolista neerlandés Daley Blind al equipo médico cuando, tras sufrir una arritmia letal y desplomarse en el campo durante un partido, le diagnosticaron una cardiopatía. En ese momento jugaba en el Ajax de Amsterdam y hoy lo hace en el Girona Futbol Club, en primera división de la liga española. Blind ha cumplido su deseo de seguir jugando gracias a un desfibrilador implantable.

«PUEDES MIRARLO Y TOCARLO, pero no quiero que salga en la foto». El defensa del Girona FC Daley Blind se levanta la camiseta y nos muestra el desfibrilador subcutáneo que lleva implantado en el costado izquierdo, a unos diez centímetros de la axila. Tiene el diámetro de un vasito y un centímetro de grosor. De él salen pequeñísimos cables que le palpamos bajo la piel y se dirigen al corazón. Aunque se niega a que lo retratemos, sí desea contar su historia, «porque quiero dar un mensaje: no te rindas, lucha aunque un día todo parezca caer».

En su caso, ese día fue el 10 de diciembre de 2019. Tenía 29 años y jugaba un partido de Champions con el Ajax contra el Valencia CF, cuando comenzó a sentirse mal y se desplomó. Se quedó tumbado boca arriba en el campo de juego. «Mi corazón se disparó y me sentí muy mareado», recuerda. Nunca le había ocurrido nada parecido. Blind había crecido con un balón entre los pies: su padre era jugador del Ajax y desde pequeño se había mostrado heredero de su talento. Llevaba toda la vida jugando: «No entendí qué me pasaba. Me asistieron, me recuperé e incluso regresé al campo».

Pero al día siguiente los servicios médicos del Ajax se pusieron en alerta y, tras unos días ingresado, recibió el diagnóstico: miocarditis. «Fue un momento terrible, pero estaban todos conmigo, allí tenía a mis padres, a mi mujer, ¡acababa de nacer mi primer hijo! Así que pregunté: ¿qué solución tengo para seguir jugando?».

La respuesta llegó en forma de desfibrilador implantable. A este se le sumó un tratamiento que se le prescribió cuando poco después tuvo

otro episodio parecido. El dispositivo es cómodo: «No noto nada. No es un marcapasos, ni algo que mantenga mi corazón a un ritmo regular, sino que se trata de un procedimiento de urgencia que responderá en caso de que mi corazón se dispare». El desfibrilador se recarga con el latido del corazón y tiene una vida de diez años.

En este tiempo, Blind ha cambiado de equipo –fichó por el Bayern de Munich antes de llegar al Girona FC–, pero, asegura, «mi forma de jugar no ha cambiado en absoluto». Lo que sí han cambiado son sus ganas de disfrutar de la vida, y su empatía hacia quienes han sufrido algo similar. Como cuando en 2021 el capitán de la selección de Dinamarca, Christian Eriksen, se desmayó a causa de un paro cardíaco. «Lo llamé enseguida, somos amigos».



FOTOGRAFÍA: ZIGGO SPORT

Meses después de su primer desmayo, Daley Blind sufrió un nuevo episodio de arritmia en un partido del Ajax contra el Hertha de Berlín. Desde entonces, al desfibrilador le sumaron un tratamiento específico.





Dispositivos revolucionarios

Los *wearables* -relojes inteligentes, bandas, parches u otros dispositivos que se colocan sobre la piel- permiten controlar en tiempo real constantes que indican la salud del corazón. En el mundo del deporte incluyen sensores especialmente sofisticados que miden el rendimiento físico, desde acelerómetros hasta giroscopios o sistemas de *tracking* muy precisos. El equipo de baloncesto del FC Barcelona trabaja con dos dispositivos clave en los entrenamientos, que funcionan integrados: el activómetro (en la foto, con un relieve turquesa, como el que se ve en la maleta), que se coloca en la espalda del jugador (en la foto, Yossoupha Birima Fall), y una banda dispuesta alrededor del pecho que mide la frecuencia cardíaca con un sensor que detecta el impulso del corazón. Cuando el jugador acaba el entrenamiento, coloca el activómetro en la maleta y los datos se descargan al momento para ser analizados. También pueden ser vistos en tiempo real por los entrenadores.

En ese sentido, durante el congreso de la Sociedad Europea de Cardiología celebrado en Madrid el pasado mes de agosto, un equipo internacional analizó la representación por género de más de mil ensayos clínicos sobre enfermedades cardiovasculares entre 2017 y 2023 que incluían a más de un millón de personas. Aunque la presencia femenina ha aumentado algo, las mujeres siguen estando menos representadas, sobre todo en enfermedades consideradas erróneamente como masculinas, como es el caso de la arritmia.

Volviendo al deporte, al igual que empezó a ocurrir hace décadas entre los hombres, la profesionalización del fútbol femenino ha hecho que el corazón -y el físico- de las jugadoras también se haya transformado en los últimos 10 o 15 años. «Antes, como pasaba con los hombres, bastaba con un dominio técnico; ahora se requiere ser atleta. Se entrena más y con un objetivo de mayor rendimiento», dice Sanz de la Garza, y eso deja huellas en nuestro órgano más vital.

Mientras la cardióloga del deporte continúa con el reconocimiento médico de Kevin Punter, de quien sorprenden los tatuajes que luce en el pecho y en el torso -los rostros de su padre,



Miles Benjamin Norris, que juega en la posición de ala pívot del primer equipo de baloncesto del FC Barcelona, realiza una prueba de esfuerzo, que controlan, a su lado, el médico del deporte Daniel Florit y la enfermera Anna Regatero.

su hermano, su madre y su abuela, además de un enorme *motivated* en pleno abdomen–, afirma que el reto en cardiología del deporte es disponer de más datos personalizados de cada jugador, porque de esta manera podrán prescribir con mayor precisión lo que necesita cada uno: la frecuencia de entrenamientos, la carga cardiovascular, las horas de sueño, la dieta...

El Barça es uno de los principales clubes del mundo y apuesta por los datos, la información personalizada como clave para la prevención. De ahí que todos sus deportistas se entrenen e incluso disputen competiciones equipados con un chaleco que registra en tiempo real todo tipo de datos de salud, así como del rendimiento del jugador. Es la misma tecnología que usaba la NASA hace 20 años para monitorizar a sus astronautas y que Gil Rodas importó y adaptó para los jugadores blaugranas. Con todos esos parámetros, sumados a los biomarcadores obtenidos en sangre, orina, saliva y sudor, y gracias a la IA, el club está desarrollando algoritmos que le permitan anticiparse a los estados de fatiga y lesión.

Poco a poco se irá sumando información procedente de las ciencias ómicas: desde la genética y la epigenética hasta la metabolómica y la proteómica. «La expresión genética nos dirá si un jugador puede seguir compitiendo o tiene riesgo de lesión –augura este médico del deporte–. Ese es el gran reto». ¿Recuerdan *Gattaca*?

TODOS ESTOS AVANCES en medicina de precisión aplicada a los atletas de élite y a la población general irán acompañados de una revolución tecnológica. Fuster nos decía cuando nos reunimos con él en el CNIC que, en tres años, gracias a un dispositivo portátil de ultrasonido vascular asistido por IA, simplemente con el móvil se podrá comprobar el estado de las arterias y hacer una valoración personalizada del riesgo cardiovascular. Y que las aplicaciones cuánticas permitirán evaluar aspectos de la biología a nivel celular. Y que la IA aplicada a la enfermedad cardiovascular abrirá la puerta a vislumbrar variantes causantes de enfermedad. Y que también ayudará a crear nuevos fármacos. Aunque jamás, subraya el cardiólogo, podrá reemplazar el diagnóstico –y las corazonadas– del médico. □

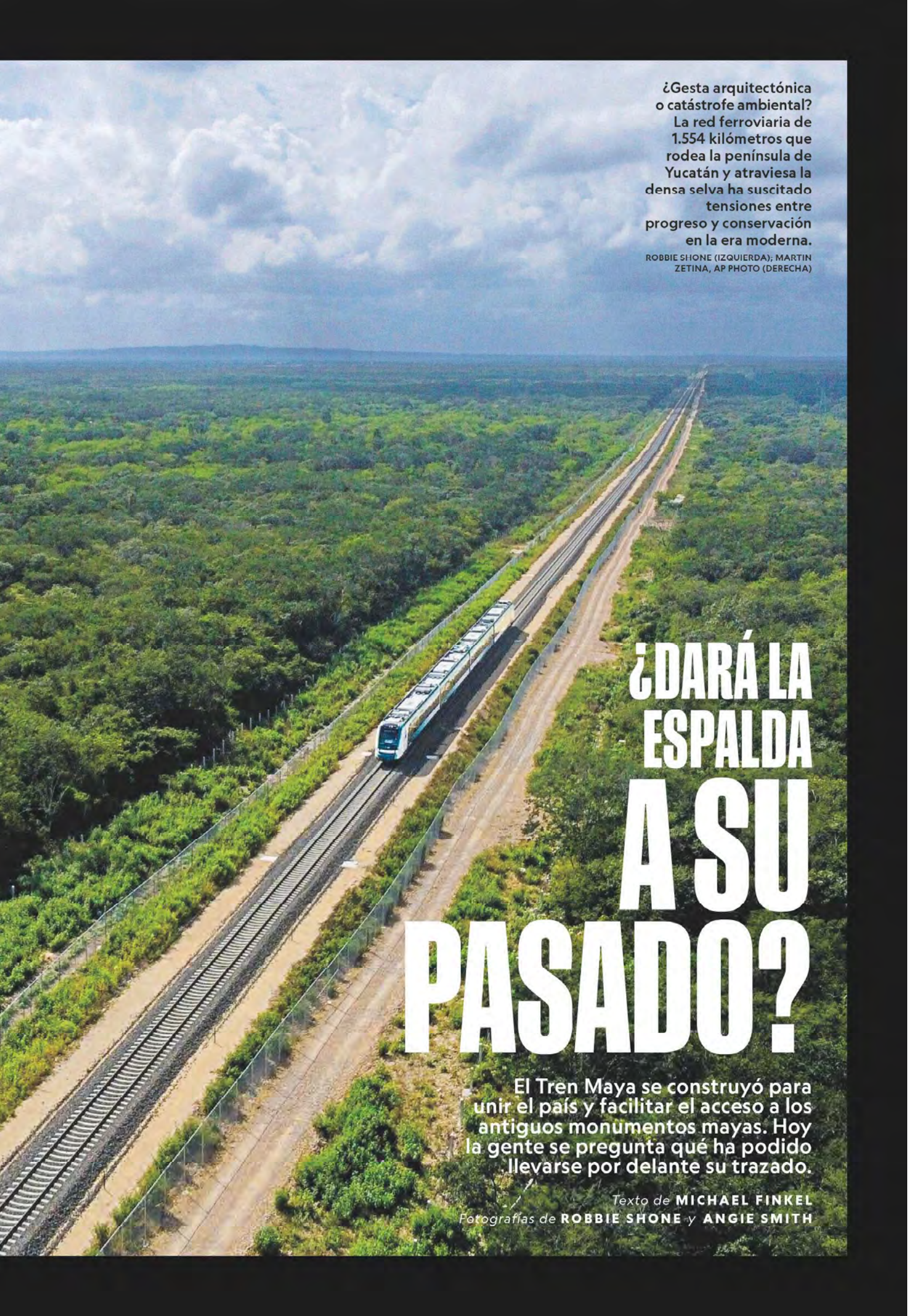
La cardióloga del Barça María Sanz de la Garza realiza un ecocardiograma al jugador de baloncesto Kevin Punter. Esta prueba básica al inicio de la temporada servirá para detectar cualquier anomalía.







EL TREN DEL FUTURO DE MÉXICO,



¿Gesta arquitectónica
o catástrofe ambiental?
La red ferroviaria de
1.554 kilómetros que
rodea la península de
Yucatán y atraviesa la
densa selva ha suscitado
tensiones entre
progreso y conservación
en la era moderna.

ROBBIE SHONE (IZQUIERDA); MARTIN
ZETINA, AP PHOTO (DERECHA)

¿DARÁ LA ESPALDA A SU PASADO?

El Tren Maya se construyó para unir el país y facilitar el acceso a los antiguos monumentos mayas. Hoy la gente se pregunta qué ha podido llevarse por delante su trazado.

Texto de MICHAEL FINKEL
Fotografías de ROBBIE SHONE y ANGIE SMITH



Las modernas estaciones del Tren Maya, como la de Cancún (arriba, derecha), y el futurista diseño de las locomotoras son símbolos de triunfo cívico para algunos pasajeros, sobre todo en el sudeste de México. Para las hermanas Karen y Sandra Sánchez, el viaje a Valladolid para disfrutar de unas vacaciones familiares mereció immortalizarse con un selfi.

ANGIE SMITH (ARRIBA, IZQUIERDA Y DERECHA); ROBBIE SHONE (ABAJO)



ROBERTO ROJO estaba en el interior de la cueva cuando el techo se agrietó y una perforadora colossal lo horadó con estruendo. Entre estalactitas que se desmoronaban, el biólogo y combativo espeleólogo se agachó para protegerse y grabó con el teléfono móvil el momento exacto en el que una espectacular cavidad calcárea de la península de Yucatán, en el sudeste de México, era arrasada.

Más tarde, la misma perforadora introdujo en el orificio un herrumbroso pilar de acero de alrededor de 1,20 metros de diámetro y 25 de altura. El pilar hueco se rellenó después de cemento, parte del cual acabó vertiéndose a las aguas cristalinas del cenote, una dolina o sistema de cuevas que esconde un depósito subterráneo de agua.

Las escamas de óxido que se desprendían del pilar se mezclaron con el cemento vertido, y una mancha oscura se extendió por la poza de agua.

En las inmediaciones se perforó un segundo agujero y se insertó otro pilar. Luego un tercero. Y un cuarto. Solo en ese cenote hay 40 pilares, alineados en filas de a cuatro. Según el recuento de Rojo, se han clavado más de 15.000 en el delgado suelo de Yucatán, una agresión capaz de desencadenar una reacción en cadena. Al estar compuesta por piedra caliza porosa, gran parte de la península carece de ríos y lagos. Los cenotes son, por lo tanto, una fuente crucial de agua dulce indispensable para cientos de especies, desde jaguares hasta tapires, así como para millones de ciudadanos y para todos los turistas. El pueblo maya ha depositado en ellos objetos ceremoniales durante más de un milenio.





Lo más peliagudo es que muchos de los cenotes están interconectados –si contaminas parte del agua, dice Rojo, te arriesgas a contaminarla toda– y desaguan en el mar, de modo que el material desprendido de los pilares también afecta al arrecife mesoamericano, las playas de Cancún y los manglares que protegen la costa, así como a la selva y su fauniflora. Desde la perspectiva de Rojo, la destrucción podría ser absoluta; él usa el término ecocidio. Y todo por un tren.

EL TREN MAYA LLEGA a la estación de Cancún. Cuenta con un potente aire acondicionado, una limpieza impecable, asientos, pasillos y acabados en el mismo color verde azulado del mar yucateco. La terminal, con sofisticadas paredes curvas y maceteros exuberantes, evidencia por qué es una de las infraestructuras más caras de la historia moderna de México. El sistema, inaugurado en diciembre de 2024 tras una inversión que rondó los 24.000 millones de euros, forma un inmenso círculo sobre la península de Yucatán: 1.554 kilómetros de vía, 34 estaciones y más de 35 trenes que circulan en ambos sentidos a una velocidad de hasta 160 kilómetros por hora. Algunos tramos discurren por viaductos elevados.

«El tren es una hazaña asombrosa», afirma el ecólogo y espeleobuceador Germán Yáñez, una de las pocas personas que ama explorar los cenotes tanto como Roberto Rojo. Los dos estuvieron muy unidos en su día –«uña y carne», apunta Rojo–. Hoy apenas se hablan. El Tren Maya los ha separado, al igual que ha destruido amistades y familias en todo México y fuera de sus fronteras.

¿Cómo es posible que un tren, algo en apariencia tan inocuo, provoque disputas tan enconadas? Los conflictos son a la vez trascendentales y nimios –el rumbo de una nación, el precio de una cerveza– y tienden a polarizar la sociedad.

El agua de este cenote, parte de una red de cuevas en forma de panal situada al sur de Playa del Carmen, debería ser cristalina. Sin embargo, el biólogo Roberto Rojo vadea unas aguas turbias, resultado de los pilares de acero que atraviesan su techo y han contaminado el acuífero.

ROBBIE SHONE

Formación de los cenotes

Hace unos 65 millones de años, un meteorito de 10 kilómetros de diámetro impactó en la península de Yucatán. Los anillos de roca fracturada marcan la ubicación de los cenotes, cavidades producto de la erosión que en muchos casos están interconectadas e influyen en el actual flujo de las aguas subterráneas.

Un inmenso embalse subterráneo

Los cenotes conectan con un acuífero de unos 165.000 kilómetros cuadrados, una fuente clave de agua potable que se ve afectada por la contaminación procedente de las aguas residuales y los proyectos de infraestructura.



MAPA: MATTHEW W. CHWASTYK Y PATRICIA HEALY, NGM
 FUENTES: SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO; ATLAS NACIONAL DE RIESGOS, GOBIERNO DE MÉXICO; ESTUDIO ESPELEOLÓGICO DE QUINTANA ROO; UNESCO; USGS; NASA/JPL; EMILIANO MONROY-RÍOS, HIDROGEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DEL KARST

Los turistas pueden viajar en el tiempo a bordo del Tren Maya, desde la ciudad colonial de Mérida hasta las antiguas ruinas de Palenque. Pero el tren también funcionará como un práctico medio de transporte de mercancías y facilitará el acceso a lugares como esta playa de Cancún.

ANGIE SMITH

Existe una batalla entre aquellos que sienten la necesidad visionaria de preservar los últimos vestigios de la Madre Tierra original y aquellos que entienden que el impacto humano, imparable desde el nacimiento mismo de nuestra especie, debe celebrarse cuando se ha ejercido como es debido. El Tren Maya, en otras palabras, es un proyecto que se ve desde dos ópticas diferentes.

Cuando en 2020 se iniciaron las obras, tanto Yáñez como Rojo acudieron a los cenotes sobre los que pasan las vías. Pero mientras Rojo documentaba la destrucción, Yáñez ayudaba a buscar tesoros. Durante dos años trabajó a sueldo del Gobierno mexicano en estrecha colaboración con el Instituto Nacional de Antropología e Historia, una respetada entidad que supervisa el patrimonio cultural del país, desde museos hasta pirámides. La unidad de campo de esta institución evalúa el impacto arqueológico de las obras públicas propuestas, y en el caso del Tren Maya reunió a un equipo sin precedentes: 2.000 personas, entre científicos y personal de apoyo, que peinaron la selva a lo largo del recorrido previsto.

«Era el empleo de mis sueños», recuerda hoy Yáñez, quien formaba parte de la división de cartografía subacuática y participó en decenas de hallazgos, incluido el de la primera canoa maya intacta descubierta en la región, que se cree data del año 900. Con toda probabilidad se expondrá en uno de los nueve museos que están construyéndose para poner en valor los descubrimientos del Tren Maya.

A diferencia de Rojo, Yáñez acudía todos los días a las obras. Todo el mundo, asegura, desde los peones hasta los arqueólogos, trabajaba con dedicación y orgullo nacional, convencidos de que su labor era importante. Porque para ellos

lo era. La península de Yucatán, más allá de las zonas turísticas, ha vivido un largo abandono, con áreas de pobreza extrema. Y el Tren Maya tiene la capacidad de cambiar esa realidad.

Además de transportar pasajeros, la línea ferroviaria pronto llevará grandes cantidades de mercancías, lo que debería reducir el precio de los productos, desde la carne hasta la cerveza, en zonas antes remotas y facilitar que los agricultores transporten sus productos de manera eficiente. Los turistas –y su dinero– se distribuirán más equitativamente en toda la península. A los lugareños ya les sale más barato viajar en el tren que en autobús. Un estudio de la ONU calcula que el impulso económico del Tren Maya generará





más de 900.000 empleos y sacará de la pobreza a 1,1 millones de personas de aquí a 2030.

Es el proyecto ideal en el momento perfecto, aducen sus defensores, pues catapultará hacia el futuro a una región empobrecida. Sin tren, el crecimiento demográfico de la zona podría haber exigido una autopista convencional, más dañina para el medio ambiente. Hasta hay quien ve ventajas en los pilares: elevar el tren preserva los desplazamientos de la fauna, en lugar de fragmentar los hábitats. Rojo ha documentado 120 cenotes taladrados por pilares. Y eso significa, señala Yáñez, que al menos otros 10.000 han salido indemnes. En cuanto a la contaminación del acuífero, los expertos en saneamiento opinan

que el principal culpable es la ausencia de un alcantarillado adecuado, un problema que el estímulo económico del tren debería contribuir a solventar. El Tren Maya, afirma Yáñez, no será la muerte de Yucatán. Será su salvación.

AL SUR DE CANCÚN, el tren atraviesa la selva, alejado de los famosos complejos turísticos de sol y playa. Las vías a ras de suelo han abierto un tajo en uno de los últimos lugares de México que conserva bosques extensos y sanos. El periodista mexicano Otto von Bertrab lleva años investigando el Tren Maya y asevera que solo puede defenderlo quien tenga el cerebro lavado por la propaganda del Gobierno.

El legendario templo de Kukulcán descuella sobre los árboles. Cada año atrae a millones de visitantes, que ahora tienen la opción de llegar en tren a Chichén Itzá.

ANGIE SMITH







El principal punto de desencuentro entre Yáñez y Rojo fue la tolerancia al daño ecológico. En el caso de la familia Von Bertrab, como muchas otras, intentan mantener la cordialidad entre ellos pese a discrepar en temas políticos y sociológicos, así como sobre lo que significa ser mexicano. Étienne von Bertrab, primo de Otto, es un investigador académico especializado en desarrollo sostenible que también ha estudiado a fondo el Tren Maya. En su opinión, muchos de sus detractores están mediatizados por su aversión al nuevo Gobierno de México.

El Tren Maya fue el proyecto estrella del expresidente Andrés Manuel López Obrador, conocido como AMLO, quien por primera vez en décadas

inyectó una dosis de progresismo en el Gobierno mexicano cuando en 2018 salió electo con un programa centrado en la reducción de la pobreza. AMLO habló del tren en su toma de posesión y enseguida inauguró las obras, que se remataron al poco de que su sucesora, Claudia Sheinbaum, ocupase la presidencia en 2024.

Otto von Bertrab cree que AMLO incurrió en falsedades manifiestas para que el proyecto siguiese adelante. El presidente juró y perjuró que no se talaría «ni un solo árbol», ya que el tren se construiría sobre vías férreas abandonadas. A la hora de la verdad, se talaron millones de árboles y gran parte del trazado está lejos de las antiguas vías. Para proteger a los animales



Varios vestigios mayas fueron destruidos durante la construcción del Tren Maya; otros siguen intactos, como este secular santuario pintado de blanco que enmarca una impresionante estalagmita en una cueva de Playa del Carmen.

ROBBIE SHONE

La reacción del Gobierno, expresada en los discursos televisados de AMLO y en sus publicaciones en las redes sociales, fue insinuar que quienes se oponían al tren eran unos traidores, unos enemigos del progreso. «Ahí fue cuando empecé a recibir amenazas telefónicas», relata Otto. Le advirtieron que podrían «desaparecerlo», una posibilidad aterradora en México, donde cada año son asesinados más de una decena de ecologistas, más que en ningún otro lugar del mundo con excepción de Colombia, según la organización sin ánimo de lucro Global Witness.

Otto calló. «No podía seguir escribiendo. Era demasiado peligroso». El periodista elogia la valentía de personas como Rojo, que siguieron denunciando la ilegalidad del proyecto, basándose en que no llegaron a completarse nunca las declaraciones obligatorias de impacto ambiental.

La respuesta de AMLO, en noviembre de 2021, fue declarar que el tren era materia de «seguridad nacional». Además, puso al Ejército mexicano al frente de la construcción y operación de la infraestructura. Y con estas tácticas de mano dura, como las califica Otto, el presidente soslayó la obligatoriedad de llevar a cabo evaluaciones medioambientales. En mayo de 2023, la Suprema Corte de Justicia de la Nación dictaminó la ilegalidad de tales acciones evasivas, pero AMLO anuló la decisión del tribunal con un decreto ejecutivo más restrictivo, y las obras continuaron.

Incluso el respetado Instituto Nacional de Antropología e Historia se vio envuelto en un aparente escándalo. Juan Manuel Sandoval, arqueólogo del equipo del Tren Maya, publicó un mordaz informe de 75 páginas en el que detallaba incidentes de destrucción intencionada de piezas para que las obras no se demorasen. El *Washington Post* informó del arrase de más de 25.000 vestigios, templos mayas incluidos.

en aquellos puntos donde el tren no se elevase, el Gobierno prometió instalar pasos de fauna. De momento no se ha construido ni uno.

Otto denunció esos incumplimientos en el periódico yucateco *La Jornada Maya* y unió fuerzas con Rojo y otros activistas contrarios al tren. Decenas de científicos y académicos mexicanos firmaron cartas reclamando que se interrumpiesen las obras. Cantantes, actores y artistas grabaron vídeos implorando al Gobierno que preservase el bosque. Hubo manifestaciones en zonas recién taladas. Periodistas de todo el mundo se hicieron eco de la noticia. Un titular de *The New York Times* anunciaba que el proyecto se precipitaba hacia el desastre.

La interconectividad del sistema de agua dulce subterránea de Yucatán implica que la contaminación de los cenotes, como este de Playa del Carmen que se usa como vertedero de basura, puede tener efectos devastadores en toda la región.

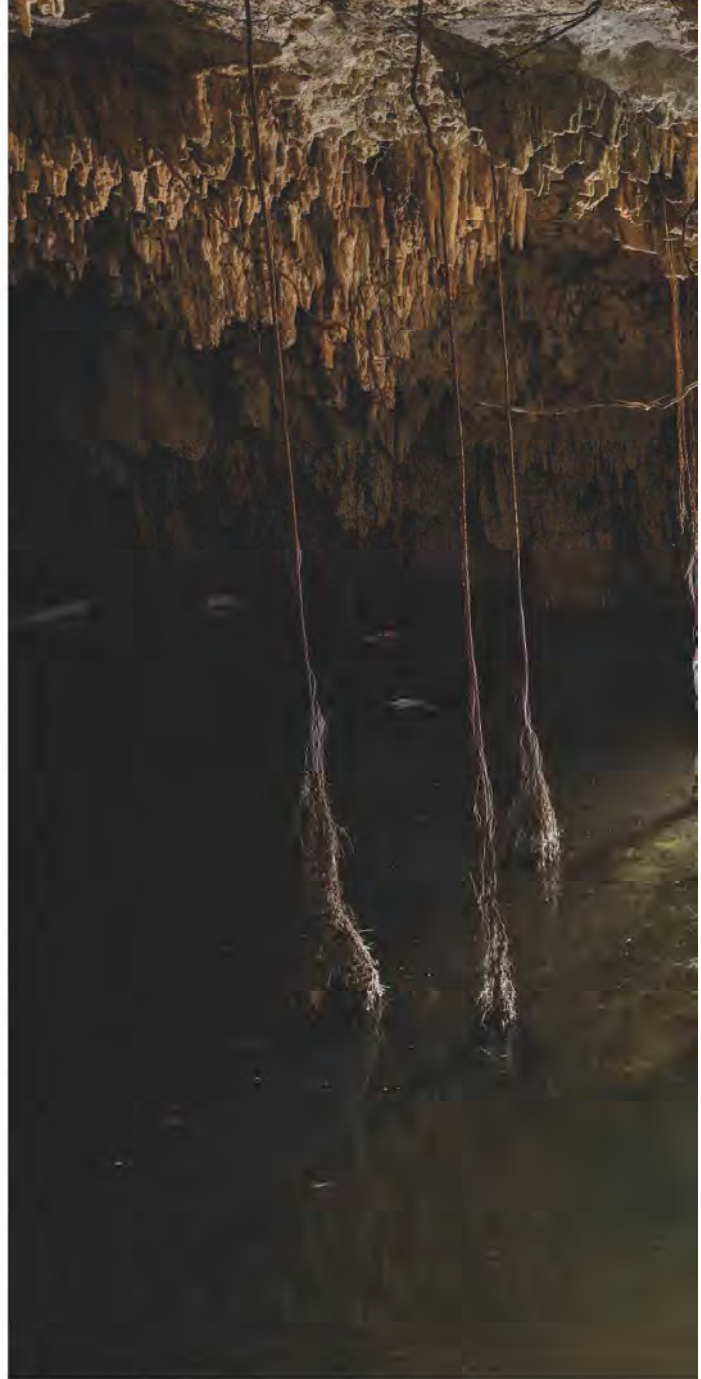
ROBBIE SHONE

Miembros de la comunidad indígena –en torno a la mitad de los yucatecos se identifican como indígenas, más del doble que la media nacional– alzaron sus voces en señal de protesta. Algunos expresaron que el propio nombre de la infraestructura, Tren Maya, reducía a los nativos a un eslogan publicitario.

Pero nada detuvo las obras y el tren está terminado. El resultado, dice Otto, es una catástrofe cultural, medioambiental y económica. Muchas estaciones están lejos de los centros urbanos y son de difícil acceso. El número de pasajeros es una quinta parte de lo que esperaba el Gobierno. Mantener un tren de alta tecnología en un clima tropical de ambiente salino tendrá un coste exorbitante. Otto está convencido de que en pocos años el Tren Maya será una ruina oxidada y engullida por la vegetación,

EL TREN MAYA, afirma Étienne von Bertrab, no está exento de defectos, pero es uno de los proyectos más importantes de la historia del país. El primo de Otto se crio en México y actualmente da clases de desarrollo urbano en el University College de Londres. Reconoce que se han hecho sacrificios dolorosos –estalagmitas que tardaron millones de años en formarse, destrozadas en minutos–, pero cree que lo que se ha ganado, las oportunidades para las generaciones venideras, una región conectada, compensa el daño.

Según él, una gran mayoría de la población aprueba el Tren Maya. Una encuesta preliminar situaba ese apoyo en un 90 por ciento. Lo que en realidad manifiestan algunos de sus detractores es miedo, dice. Los ricos, los que ya han alcanzado el éxito, no suelen querer una sociedad más equitativa. El tren se construyó con tanta rapidez, en contra de sus deseos, que los que están acostumbrados a mandar se pusieron nerviosos.



Desde la perspectiva de Étienne, la elección de AMLO supuso un gran progreso para México. Las prestaciones sociales se están ampliando, señala, y los niños pobres ya no tienen que abandonar la escuela. Para él, el Tren Maya representa ese nuevo sentimiento de esperanza en forma de obra triunfal.

A bordo del tren, que se desliza por entre la vegetación exuberante de la parte sur del circuito, conectando ciudades que antes estaban separadas por largos trayectos en coche, la sensación es de celebración. Los pasajeros, en su mayoría mexicanos, familias en muchos casos, recorren los pasillos tomando fotos o picando los aperitivos que han adquirido en el vagón restaurante.



Varios llevan gorras y camisetas del Tren Maya, compradas en la tienda de regalos de alguna estación. El personal de limpieza da un repaso después de casi cada parada. Una región que ha sufrido períodos de guerra, esclavitud y esquilación de recursos por fin ha recibido algo.

«Este tren es un regalo maravilloso –afirma Anna Danieli, que ha viajado desde Guadalajara para vivir la experiencia del Tren Maya–. Me siento como la realeza, como lady Di».

«Estoy orgullosa de ser mexicana –dice Norma Villarreal, quien condujo más de 1.500 kilómetros desde Monterrey con su madre de 90 años para viajar en el tren–. Soy profesora de secundaria y estoy deseando contárselo a mis alumnos».

En cuanto a las preocupaciones por el medio ambiente, añade Étienne, es cierto que se talaron muchos árboles para construir el tren. Sin embargo, un programa federal de empleo para trabajadores rurales está plantando 500 millones de árboles en la región, cifra que supera con creces el número de ejemplares talados. Es una de las iniciativas de reforestación más ambiciosas del mundo. Según el Gobierno mexicano, la Reserva de la Biosfera de Calakmul, por donde pasan las vías, amplió su área protegida en más de medio millón de hectáreas en el marco de la construcción del Tren Maya, lo que la convierte en el segundo santuario natural más grande de América, solo superado por la Amazonia.



Aunque muchos cenotes son subterráneos, los que se encuentran a cielo abierto pueden formar piscinas naturales. Disfrutar de un chapuzón en el Corazón del Paraíso, cerca de la ciudad de Tulum, hoy accesible en tren, es como bañarse en unas aguas azules que hacen honor a su nombre.

ANGIE SMITH







Se cree que en el Río Secreto de Playa del Carmen, un sistema de cuevas relativamente prístino pese a su popularidad entre los ecoturistas, se celebraban antiguos rituales mayas. Científicos como Roberto Rojo, en la imagen, recorren las luminosas pozas bajo techos porosos con textura de palomitas de maíz y entre dagas de calcita, para comprender mejor el impacto ecológico del Tren Maya.

ROBBIE SHONE



En opinión de Étienne, la intervención del Ejército era necesaria. México está plagado de obras abandonadas a medias, y sin el control militar, los activistas podrían haber paralizado el Tren Maya para siempre. En su día operaron en la región trenes de pasajeros de gestión privada, pero desaparecieron hace décadas porque no eran rentables. Con el Ejército al mando, el Tren Maya no necesita generar beneficios. Es un bien público. Y el tren no supondrá una carga financiera para la ciudadanía, ya que no lleva aparejada deuda alguna y se financia principalmente con un impuesto al turismo.

La cuestión sobre si el Tren Maya es o no un insulto para los mayas también parece parte de

los virulentos ataques cruzados entre los dos bandos. Quetzal Tzab, un conocido activista que ha sido consultor de Naciones Unidas en materia de derechos de los pueblos indígenas, insiste en que el 95 por ciento de los indígenas que conoce está a favor del tren. Solo que, reconoce, la minúscula minoría que se opone es muy hábil a la hora de hacerse oír.

La crítica a la supuesta ausencia de rigor arqueológico, y la destrucción deliberada de vestigios, es abordada por Manuel Pérez Rivas, director del equipo de 2.000 personas del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Sí, admite Pérez Rivas, el proyecto no fue perfecto; algunos vestigios no sobrevivieron. Pero su



Cuando el viento sopla recio, los agujeros practicados en la fachada del Templo del Dios del Viento canalizan huracanadas cacofonías en todo Tulum, como si se tratase de la advertencia de una sirena maya. Estas vistas no están lejos de una parada de la nueva ruta del tren que algunos consideran igual de impresionante.

ANGIE SMITH

a fondo, dentro de décadas, ofrecerán una visión más completa sobre la existencia de la gente común en la antigüedad, añade. La preocupación de la arqueología, como la del propio tren, serán esas vidas que a menudo se pasan por alto.

El Tren Maya acaba de emprender la marcha y todavía se ignora hacia dónde se dirige, si al triunfo, al desastre o a algún destino intermedio. El número de pasajeros inicial fue sin duda modesto, pero Étienne prevé un éxito masivo. Muchos consideran que el tren podría servir de ejemplo global de conciliación entre preocupación medioambiental y expansión económica, y de cómo se puede transformar una población local menoscabada por el turismo en una comunidad beneficiada.

Los detractores aducen lo contrario: que lo único que conseguirá el Tren Maya es mostrar al mundo lo que no se debe hacer. La facción antitrén tiende a ver el proyecto como una nueva amenaza, aunque esta idea parece subvertirse en el famoso yacimiento arqueológico de Chichén Itzá, a un par de paradas de tren al oeste de Cancún.

Los antiguos mayas construyeron calzadas –las llamadas *sacbeob*– por toda la península; eran anchas y levemente elevadas, y con frecuencia atravesaban la selva en línea recta. Se parecen mucho a las vías del tren. Hay una en Chichén Itzá que comienza cerca de la pirámide principal. Y allí también hay otra cosa. En el centro del complejo arqueológico hay una zona de pilares gigantes, alineados en filas de cuatro –de color claro, al menos en la zona volada– y que se extienden hacia el bosque. Su similitud con los pilares que grabó Rojo es sorprendente. Solo que tienen mil años de antigüedad. □

equipo registró 871.267 piezas de importancia arqueológica con absoluta precisión: es la recopilación más extensa de la historia maya jamás llevada a cabo y posiblemente la excavación más grande de todos los tiempos. «Yucatán es un espacio en evolución, no un museo –advierte Pérez Rivas–. Hay que equilibrar lo vivo con lo histórico. Si conserváramos todos los restos del pasado, jamás construiríamos nada».

Las piezas encontradas por el equipo, confeccionadas en obsidiana, jade, concha, arcilla y madera, destacaban por no ser extraordinarias en la mayoría de los casos, apunta Pérez Rivas. Se trataba de objetos cotidianos, como cuchillos, platos y pipas. Cuando terminen de estudiarse

EL CURIOSO CASO DE LOS TIGRES QUE CAMBIARON DE RAVAS

ENLACE AL CANAL

x.com/byneontelegram

O escanea el código QR:



Hace décadas, los tigres de Bengala estaban al borde de la extinción. Poco a poco sus poblaciones han ido repuntando, pero ese éxito ecológico ha generado un nuevo problema... y puesto en marcha la carrera para salvarlos del colapso genético.

TEXTO Y FOTOGRAFÍAS DE
PRASENJEET YADAV

En 2014 solo quedaban cuatro tigres en la Reserva de Tigres de Similipal, en la India. El único macho, *T12* (en la foto), nació con una rara mutación genética que se tradujo en un pelaje predominantemente negro. A medida que *T12* contribuía a repoblar Similipal, el color oscuro de su pelaje se transmitía a su descendencia, lo que suscitó serias preocupaciones por los posibles problemas ocasionados por la endogamia.



D

DESPUÉS DE 50 DÍAS DE BÚSQUEDA, la selva nos reveló su secreto máspreciado. Cincuenta días de viaje traqueteando por las pistas de grava de la Reserva de Tigres de Similipal, en Odisha, estado del este de la India, escudriñando entre los árboles de aquel bosque mixto con la esperanza de vislumbrar a un escurridizo tigre llamado *T12*, cuya llamativa apariencia lo ha convertido en símbolo de una población que se encuentra en una encrucijada peligrosa.

Mi compañero en esa misión, Raghu Purti, empleado del departamento forestal regional, nunca lo había visto. La mayoría de sus colegas solo lo conocían por las imágenes de las cámaras trampa con las que estudiaban los desplazamientos de los tigres a lo largo y ancho de la reserva. Pero ver con sus propios ojos a los tigres de Similipal permite a los agentes forestales detectar dolencias físicas que quizá se escapan a las cámaras, y supone un recordatorio de que las horas que se pasan patrullando la reserva bajo un calor sofocante son en beneficio de seres de carne y hueso. Documentar el avistamiento de *T12* tendría un valor especial, ya que ese huraño tigre de 10 años, el macho decano de Similipal, era en ese momento el centro de un plan para garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.

Avanzaba la tarde aquel día 50 cuando, en un abrir y cerrar de ojos, una silueta oscura se materializó de pronto ante nuestra camioneta. Frené en seco. Delante de nosotros, ocupando todo el ancho de la pista, un tigre gigantesco nos miraba fijamente a Raghu y a mí.



 La organización sin ánimo de lucro National Geographic Society, comprometida con la divulgación y la protección de las maravillas de nuestro planeta, financió la labor del fotógrafo y Explorador de National Geographic Prasenjeet Yadav.



Similipal tiene el potencial de convertirse en un santuario para los tigres, si los gestores forestales consiguen resolver el problema de la endogamia. Con la ayuda de genetistas, han identificado hembras prometedoras desde el punto de vista genético en el distrito de Chandrapur. Jamuna fue la primera en ser sedada y trasladada.

Era un macho veterano –así lo delataban sus dimensiones– y lucía el inconfundible pelaje singular que estábamos buscando.

«Es negro», dijo Raghu en un susurro cargado de intensidad. Lo señaló con el dedo, emocionado, y repitió: «¡Es negro!».

En efecto, *T12* poseía un pelaje oscuro que lo envolvía como si de una capa raída se tratase. Por su cuerpo asomaban destellos anaranjados, con manchas más marcadas en la cara y en las patas delanteras. Este ensanchamiento de las típicas rayas negras del tigre, una rara mutación genética llamada pseudomelanismo, se registra en aproximadamente la mitad de la treintena de tigres que habitan la reserva de Similipal. Y demuestra que su exitosa conservación se

enfrenta a una complicación potencialmente catastrófica. Porque aunque Similipal no había gozado de una población tan robusta en décadas, la reserva está aislada geográficamente de otras comunidades de tigres. Es, por así decirlo, una isla de tigres, y eso significa que su acervo genético mengua a un ritmo peligroso.

Durante las semanas que Raghu y yo peinamos la zona en busca de *T12*, en otros lugares se trabajaba para encontrarle una compañera adecuada. Era un paso crucial del programa de cría selectiva iniciado años atrás por agentes de conservación y un equipo de ecólogos moleculares y genetistas que trabajaban codo con codo para evitar que la endogamia provocara la desaparición de los tigres de Similipal.

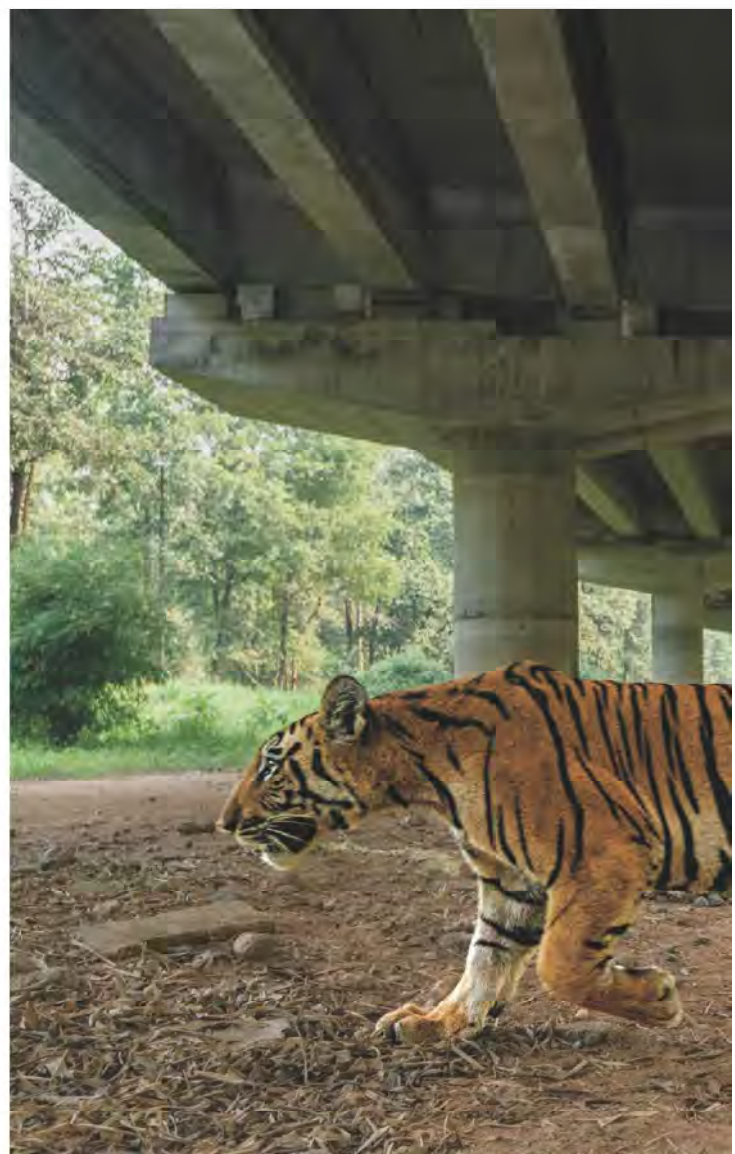
En muchos sentidos, los tigres de Bengala se han enfrentado a los mismos retos que los grandes felinos de todo el mundo, empujados al borde de la extinción por los cazadores de trofeos en medio de la destrucción y fragmentación implacable de su hábitat. En la década de 1970, la preocupación por el declive de esta emblemática especie impulsó la creación de un sistema de reservas de gestión pública. Pero en esas reservas no se coordinaron la supervisión y la vigilancia hasta 2005, cuando la India creó una agencia centralizada dedicada ex profeso a ello, la Autoridad Nacional para la Conservación del Tigre (NTCA, por sus siglas en inglés), que hoy en día contrata guardas y los forma, gestiona la supervisión científica y dirige la preservación del hábitat en 58 reservas.

Un concepto clave del sistema de reservas es que, por regla general, los tigres pueden desplazarse entre las zonas protegidas por corredores biológicos, franjas que conectan los bosques y otras zonas con abundantes presas. Estos pasillos ofrecen diversas ventajas, pero la más importante es que fomentan la reproducción entre poblaciones vecinas, con el consiguiente beneficio para su diversidad genética. Similipal, con unos 2.750 kilómetros cuadrados de extensión, es una de las reservas más amplias de la India, y sus vecinas más cercanas –Satkosia al sudoeste y Sundarban al este– están a unos 200 kilómetros, una distancia perfectamente asumible para los tigres. El problema es que en Satkosia no quedan tigres. Y que no hay un corredor adecuado que conecte Similipal y Sundarban. Entre estas dos reservas se interpone un suelo que en su mayoría es urbano o agrario con una exigua cobertura forestal. Para los tigres, simplemente no es fácil entrar o salir de Similipal.

Cuando en 2006 la NTCA completó un censo de la población salvaje de tigres de la India, la cifra rondaba los 1.400 individuos; un siglo antes se estimaba en 40.000. La población de Similipal tocó fondo en 2014 con solo cuatro ejemplares, y de ellos solo un macho. Pero en 2015, más o menos un año antes de morir, aquel macho engendró a *T12*, que nació con su extraño pelaje predominantemente negro. Y desde entonces *T12* ha engendrado a sus propios cachorros machos.

La población de tigres de Bengala ha empezado a recuperarse en los últimos 20 años gracias en gran medida a la labor de la NTCA y de los funcionarios forestales. Según un cálculo de 2022, en el país hay más de 3.100 ejemplares. El aumento lento pero constante de la población de Similipal durante la última década se interpretó al principio como el ejemplo local de un éxito nacional. Pero los gestores de la reserva pronto empezaron a observar que cada vez más tigres jóvenes lucían el mismo pelaje oscuro que *T12*. Forestales y genetistas coinciden en que la mutación es inofensiva, una singularidad estética causada por una peculiaridad aleatoria y natural del ADN.

Pero, añaden los expertos, también es la manifestación visible de un problema muy real. Si la mutación se propagó como la pólvora en una población que comparte una genética muy similar fruto de la endogamia generalizada, también podrían perpetuarse anomalías más graves.





En el último siglo, la deforestación y la antropización del territorio han fragmentado los hábitats y bloqueado los corredores que posibilitaban la reproducción entre distintas poblaciones de tigres. Algunas reservas han mantenido estos pasillos o los han restaurado, pero otras siguen aisladas.

Para fomentar un flujo constante entre las poblaciones de tigres, la India ha construido autopistas elevadas y pasos subterráneos para la fauna silvestre, como este entre las reservas de Pench y Kanha. En la imagen, dos tigres cruzan con cautela por debajo de la Autopista Nacional 44 (también sobre estas líneas).

La reubicación de un tigre solo se aprueba si la población de origen puede soportar la pérdida de una hembra en edad fértil. Eso no supone ningún riesgo en Chandrapur, donde el número de tigres aumenta con rapidez y estos suelen abandonar la reserva en busca de presas. A veces esas presas son cabezas de ganado.







La tarea a la que ahora se enfrentan algunas de las principales autoridades de la India en materia de tigres ya no es recuperar las cifras, sino romper ese ciclo de endogamia antes de que sea demasiado tarde.

HACER DE CASAMENTERO genético de tigres tiene su intrínquilis. En su intento de identificar las parejas reproductoras ideales para *T12* y su descendencia, el equipo empeñado en salvar Similipal necesitaba comprender en primer lugar las diferencias existentes no solamente entre los tigres que hoy recorren la reserva, sino también entre los tigres del pasado.

Y esto fue lo que no hace mucho tiempo llevó a la ecóloga molecular Uma Ramakrishnan, Exploradora de National Geographic y directora de un laboratorio del Centro Nacional de Ciencias Biológicas de Bangalore, a visitar el penumbroso salón de trofeos de una mansión de Akaltara, una pequeña ciudad del centro de la India. La había invitado Anupam Singh Sisodia, cuya familia ostentó en su día la jefatura tribal en 51 aldeas y los bosques y tierras de cultivo circundantes, y entre cuyas responsabilidades estaba proteger a los lugareños de la fauna peligrosa. Su familia había participado en la caza, como atestiguaban los ejemplares disecados de antílope indio, oso bezudo y antílope de cuatro cuernos, abatidos entre 1920 y 1970, que llenaban



La ecóloga molecular Uma Ramakrishnan (a la izquierda) estudia el ADN que extrae de tigres tanto vivos como muertos. En la imagen la ayuda Anupam Singh Sisodia, quien heredó la colección de pieles de su familia. Los datos han permitido identificar qué tigres tienen más posibilidades de romper el problema de la endogamia de Similipal.

la sala. Y como demostraba el conjunto de pieles de tigre, con sus enormes cabezas intactas y con el aparente gesto de gruñir, que yacía sobre una mesa, delante de Ramakrishnan.

«Matar tigres problemáticos era más una necesidad política que un placer», reconoció Sisodia.

Desde 2005, Ramakrishnan y su equipo recogen muestras de ADN de tigres de Bengala con el fin de elaborar un exhaustivo mapa de su diversidad genética. Han tomado muestras de unos 250 especímenes preservados en fincas históricas como la de los Sisodia, han explorado colecciones de taxidermia en lugares como el Museo de Historia Natural de Londres y han recorrido las selvas indias para hacerse con heces, sangre, pelo y saliva de tigres vivos. Todas esas pruebas le dan

una visión fundamental de cómo han cambiado los animales a lo largo de las generaciones a medida que se desplazaban por la región.

Inspeccionando de cerca una de las cabezas de tigre, Ramakrishnan clavó su bisturí en aquella piel de más de 80 años de antigüedad. Con mano experta y precisa, cortó un fragmento e introdujo la muestra en un tubo de ensayo.

«Este es el verdadero tesoro», dijo.

Cuando empezó a crear su base de datos de ADN, su objetivo era responder a unas preguntas que no podían responderse simplemente observando a los tigres sobre el terreno. A medida que su población menguaba, los tigres perdían no solamente territorio, sino también una importante diversidad genética. El ADN histórico ofrecía pistas importantes sobre qué más podría existir dentro de su acervo genético.

La investigación de Ramakrishnan cobró aún más relevancia en 2017, cuando la NTCA, alarmada ante la presencia de tigres de pelaje oscuro en Similipal, le pidió que estudiase formalmente los tigres de la reserva. Los funcionarios forestales veían a las claras que los efectos del aislamiento de la reserva empezaban a ser palmarios. Tenían la esperanza de que la ecóloga pudiese verificar el culpable genético y ayudarles a hallar una solución.

En cuanto examinó más de cerca a los animales de la reserva, Ramakrishnan se dio cuenta enseguida de que el gen recesivo del pseudomelanismo se estaba extendiendo por la población. El aislamiento genético, informó, era una bomba de relojería: si no se intervenía, podría resultar devastador para los tigres de la reserva.

Es imposible saber con precisión qué otras enfermedades podrían introducir las mutaciones genéticas en estos grandes felinos. Pero cuando Ramakrishnan y sus colegas analizaron un conjunto de datos de mutaciones genéticas de su pariente más cercano disponible –el gato doméstico–, descubrieron que estos primos no tan lejanos bregaban con problemas tales como atrofia retiniana, enfermedad renal e hipertiroidismo. Y dado que las tigresas paren de promedio dos o tres cachorros cada dos o tres años, los problemas de salud pueden agravarse en poco tiempo y de forma significativa.

Reunir a los tigres

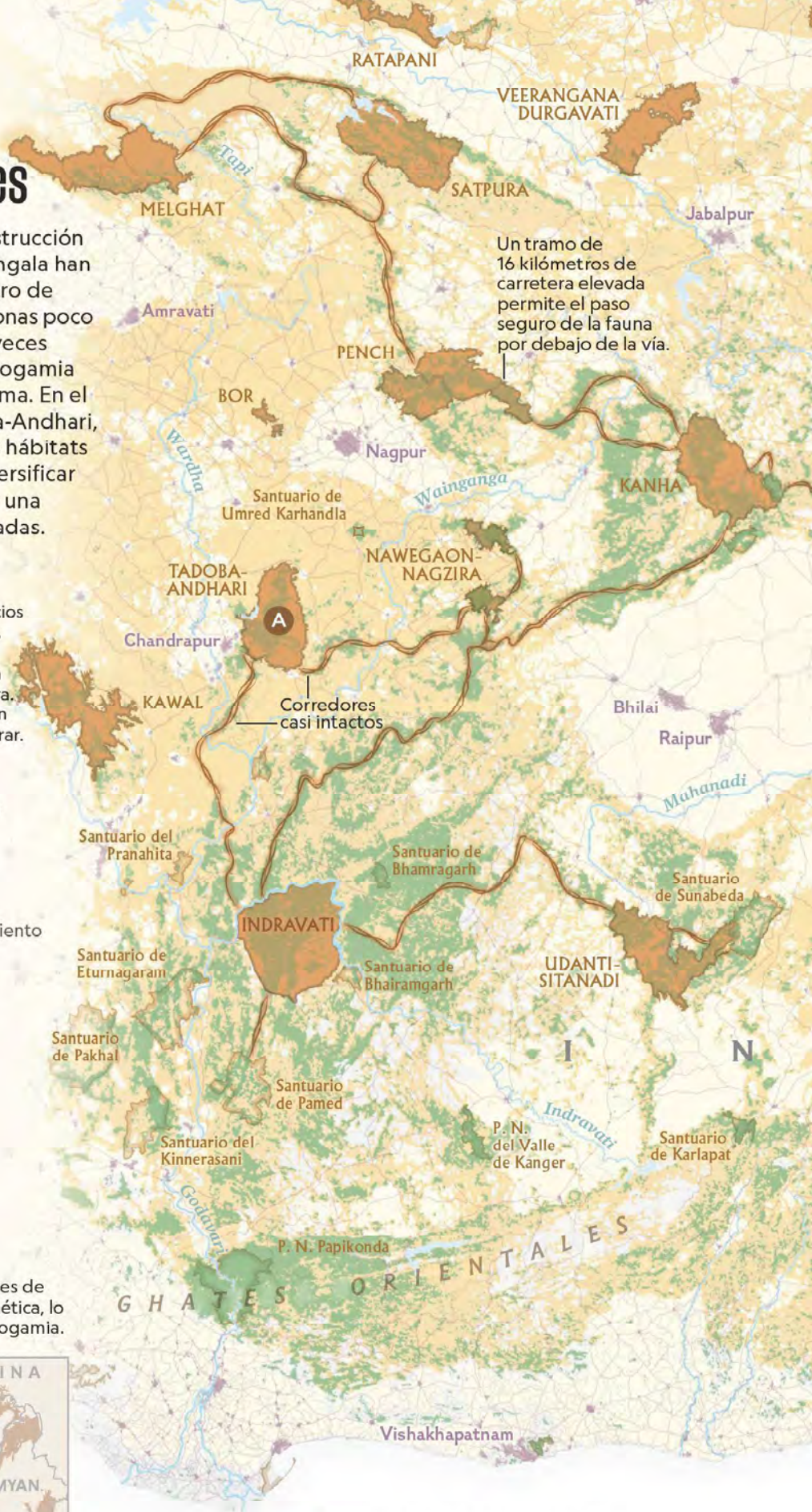
Diezmados por la caza y la destrucción de su hábitat, los tigres de Bengala han empezado a recuperarse dentro de reservas protegidas. Pero en zonas poco conectadas como Similipal, a veces llamadas islas de tigres, la endogamia se ha convertido en un problema. En el caso de reservas como Tadoba-Andhari, los corredores biológicos y los hábitats interconectados permiten diversificar la población y pueden ofrecer una solución a las poblaciones aisladas.

EL PAISAJE DEL TIGRE

Los bosques ofrecen a los tigres espacios para descansar, reproducirse y cazar. Aunque los cultivos interrumpen la cobertura forestal, los felinos pueden recorrerlos para ir de una reserva a otra. Las autopistas y las zonas urbanas, en cambio, son barreras difíciles de superar.



En el centro de la India las poblaciones de tigres tienen una mayor variedad genética, lo que reduce las posibilidades de endogamia.



A VENTAJAS DE CONECTAR LAS RESERVAS

En las reservas bien interconectadas, como Tadoba, los tigres recorren cientos de kilómetros a lo largo de corredores para encontrar pareja en las poblaciones vecinas.



En Chandrapur, el hábitat idóneo para los tigres linda con granjas, pueblos y ciudades. Pero los corredores biológicos que conectan las reservas de la región ofrecen a estos felinos un paso más seguro a través del paisaje urbanizado, incluso cuando el número de tigres ha aumentado.



«Todavía estamos tratando de entender el verdadero impacto de esta endogamia –apunta Ramakrishnan–. Pero una cosa es segura: este tipo de erosión genética no entraña ninguna ventaja».

Dada la falta de conexión entre Similipal y las demás reservas, su recomendación fue que los gestores de la fauna silvestre seleccionasen unos cuantos tigres de otra reserva y los trasladasen. Una vez en Similipal, y si todo iba bien, las tigresas –los responsables decidieron reubicar hembras– se aparearían con *T12* o con sus descendientes machos, que han comenzado a reclamar zonas del territorio de *T12* a medida que maduran y tienen sus propios cachorros. Esto, dijo Ramakrishnan, pondría en marcha el ya urgente proceso de diversificación genética de la reserva. Al comparar el ADN de los tigres de Similipal con su base de datos, descubrió que los ejemplares con mayor diversidad genética y menor probabilidad de que apareciesen mutaciones perjudiciales en sus futuras crías se encontraban en una reserva llamada Tadoba-Andhari, en los densos bosques de teca del distrito de Chandrapur, en el centro de la India.

Ramakrishnan era muy consciente, huelga decirlo, de que identificar la reserva adecuada era una cosa, y trasladar un animal salvaje de 140 kilos a casi mil kilómetros era otra muy distinta.

UNA MAÑANA DE OTOÑO del año pasado, el veterinario especializado en fauna silvestre Ravikant Khobragade contemplaba el paisaje de Chandrapur a bordo de un Maruti Gypsy descapotado. Se incorporó en el asiento trasero en el que viajaba y le señaló a su tirador estrella, Ajay Marathe, quien sostenía una escopeta de dardos tranquilizantes, la joven tigresa que los miraba desde una distancia de unos pocos metros.

«La veo. Está sentada en ese arbusto de ahí, observándonos», dijo Khobragade.

La tigresa, que recibiría el nombre de *Jamuna*, tenía 28 meses y había pasado toda su vida en la reserva de Tadoba o sus inmediaciones. Su juventud significaba que aún no había establecido un territorio propio. Y, lo que era más importante, que no tenía en su historial conflictos con seres humanos. Ambas cosas la convertían en candidata ideal para el traslado.

Las medidas de reubicación, sobre todo en el caso de animales tan grandes y territoriales como los tigres,



El aumento de la población de tigres en Chandrapur está empujando a los felinos fuera de la reserva, lo que a veces causa conflictos territoriales. Este ejemplar murió en una pelea con un macho rival. Tras la necropsia, los restos fueron incinerados.



son extremadamente delicadas en cualquier circunstancia, pero en las reservas de tigres de la India exigen el cumplimiento previo de una larga lista de verificaciones y aprobaciones. Una de las principales consideraciones pasa por dilucidar si la población de la zona candidata a la extracción es lo bastante robusta como para soportar la pérdida de hembras en edad reproductiva. En Tadoba, esto no es un problema.

Aunque su extensión es apenas dos tercios la de Similipal, Tadoba es el hogar de unos 95 tigres, y tiene la ventaja de que no es una isla: hay corredores naturales que la conectan con el Santuario de Vida Salvaje de Umred Karhandla, a unos 60 kilómetros al norte, la Reserva de Tigres de Nawegaon-Nagzira, a 110 kilómetros al nordeste, y la Reserva de Tigres de Kawal, a 110 kilómetros al sudoeste. Los tigres de Tadoba salen con regularidad de sus límites en busca de más terreno boscoso. Y, dado que su número ha aumentado en la última década, todo ese movimiento ha significado que los tigres y los seres humanos de ese mosaico de bosques, pueblos y tierras de cultivo circundantes han tenido que aprender a convivir de nuevo. Lo más importante de este panorama para *T12* y sus congéneres es que la red de reservas conectadas ha permitido un intercambio constante de genes.

Jamuna sería la primera de las dos tigresas de Tadoba que se reubicarían en Similipal en cuestión de semanas. Y si el experimento salía bien, cabía la posibilidad de que otras siguiesen sus pasos en meses y años venideros. Pero primero de todo había que sedarla.

«¿Está listo el dardo?», preguntó Marathe.

Jamuna salió del arbusto y se aproximó al vehículo. Cuando estaba a unos cinco metros de distancia, Marathe retiró el seguro de la escopeta, se llevó la mira al ojo y disparó. El proyectil acertó en la zanca de la tigresa, que gruñó y se alejó cojeando. Recorrió unos 200 metros antes de que el tranquilizante hiciese efecto. El equipo la encontró tendida en un prado.

Hicieron falta siete hombres para colocarla con cuidado sobre una camilla y trasladarla a la sombra. Khobragade comprobó que no sufriese heridas y le extrajo sangre. Después le colocó un collar con GPS y el equipo la introdujo en una

jaula metálica a bordo de un camión. Una vez allí, se le administró el fármaco que la despertaría. En cuestión de minutos, los hombres oyeron ruidos y golpes, el sonido de sus garras arañando el metal, seguido de un rugido.

El viaje por carretera para llevar a *Jamuna* a Similipal duró 28 horas. Al camión se le unió un pequeño convoy de personal de apoyo. La ruta se había diseñado con sumo cuidado para evitar las grandes ciudades y otras zonas donde los ruidos fuertes pudiesen perturbarla. Los vehículos hacían un alto cada pocas horas para que la tigresa pudiese descansar.

Por fin se abrió el portón y *Jamuna* atravesó de un salto la verja que daba acceso a su nuevo hogar, un recinto cerrado de una hectárea en Similipal, donde pasó casi dos semanas aclimatándose. Transcurrido este tiempo, la verja se abrió una vez más, esta vez sin jaula al otro lado, y *Jamuna* fue liberada en el territorio de *T12*.

EN LA RESTAURACIÓN de la diversidad de los tigres en estado salvaje de la India, hay un paso fundamental que sigue estando bajo el control exclusivo de la naturaleza: el apareamiento. Y estos grandes felinos participan en cortejos selectivos antes de reproducirse.

Así pues, en noviembre, menos de un mes después de la suelta de *Jamuna* en la reserva, una segunda tigresa de Tadoba llamada *Zeenat* fue sedada y trasladada a un recinto cerrado de Similipal. Mientras que *Jamuna* se adaptó con relativa facilidad a su nuevo territorio, *Zeenat* acusó más el estrés del traslado y pronto salió de los límites de la reserva. El departamento forestal, decidido a que no se alejase demasiado, envió un equipo para sedarla y devolverla al recinto, donde pasó varias semanas más aclimatándose antes de ser liberada en el territorio de *T12*.

Tanto ella como *Jamuna* llevaban un collar con GPS para que los forestales pudiesen vigilar sus movimientos y su comportamiento. Sabiendo dónde estaban las tigresas, los agentes de campo se valieron de cámaras de visión nocturna para observarlas a una distancia segura y detectar si alguna se cruzaba con *T12* u otros machos.

Pero los observadores siempre las vieron solas. El cortejo de estos felinos es muy llamativo. Una pareja de tigres en celo puede pasar semanas junta, merodeando por el bosque y vocalizando. Las tigresas que establecían su territorio en Similipal no dieron pruebas de haber tenido el menor contacto con *T12*.

Hasta una noche de mayo. Al revisar las imágenes térmicas y visuales captadas por una cámara, el departamento forestal localizó instantáneas de *Zeenat* con *T12*. Era una prueba inequívoca: su ritual de apareamiento había comenzado.

El avistamiento del cortejo indicaba que la misión de rescate genético empezaba a ser prometedora, aunque todavía no fuese el momento de cantar victoria. Entre tanto, el pasado verano, mientras los equipos responsables de la reubicación esperaban la llegada de la primera camada de *Zeenat*, el trabajo continuaba. Ramakrishnan y sus alumnos recogieron más excrementos y muestras de pelo de los tigres de Similipal para comprender mejor la variación genética dentro de la población. Las autoridades tienen la esperanza de que *Jamuna* encuentre por fin pareja. Y todos cuantos trabajan en Similipal arden en deseos de comprobar si los cachorros de *Zeenat* heredarán el pseudomelanismo de *T12*.

Todavía no se ha decidido si la reserva recibirá más tigresas trasladadas, cuándo ocurriría ni cuántas más podrían hacer falta para inyectar suficiente variabilidad genética. Pero mientras no haya un corredor que conecte Similipal con otras reservas pobladas de tigres, la única opción viable quizá siga siendo trasladar hembras. De cara al futuro, el director de campo de Similipal, Prakash Chand Gogineni, confía en que los tigres de Similipal se transformen en una población donante que ayude a devolver la especie a lugares como la cercana reserva de Satkosia. Eso podría suceder si se trasladase a ella una tigresa de Similipal, o quizá si se habilitasen nuevos corredores, aunque es probable que tarden décadas en construirse.

Ser testigo ocular de todo ello, ver los obstáculos a los que se enfrentan los tigres de Bengala mientras empiezan a recuperarse, me transporta a ciertos momentos de mi infancia. Me críe en una granja no muy lejos de Chandrapur, donde

**«TODAVÍA ESTAMOS
TRATANDO DE COMPRENDER
EL VERDADERO IMPACTO DE
ESTA ENDOGAMIA -APUNTA
UMA RAMAKRISHNAN-.
PERO UNA COSA ES SEGURA:
ESTE TIPO DE EROSIÓN
GENÉTICA NO ENTRAÑA
NINGUNA VENTAJA».**

mi vida giraba en torno a los animales y la selva, para bien o para mal. Poner nombre a los perros era doloroso, porque a muchos se los llevaban los leopardos. Y de vez en cuando encontrábamos huellas parecidas a las de estos félidos, pero mucho más grandes. En el ambiente se respiraba miedo y emoción al constatar que compartíamos el entorno con un verdadero superdepredador. La experiencia de convivir con un animal tan poderoso y esquivo moldeó mi visión del bosque y el lugar que ocupó en él. Nunca me topé con un tigre en nuestra granja. Pero a menudo soñaba con ello.

En los años transcurridos desde entonces he visto, estudiado y fotografiado muchos tigres. Pero ninguno como el que avisté aquel día en Similipal desde la camioneta en la que viajaba con Raghu. Petrificado en mi efímero duelo de miradas con *T12*, no eché la mano a la cámara. No me moví. Allí tenía un tigre negro, símbolo del fracaso de las buenas intenciones humanas. En el mejor de los casos para Similipal, algún día será una criatura rara e inolvidable. El ser que inspiró una nueva disciplina para salvaguardar la especie. En ese momento, durante cuatro segundos en la carretera, creí estar ante un milagro de la naturaleza. Luego, sin el menor rugido o gruñido, *T12* dio unos pasos poderosos y desapareció en el frondoso bosque. □

Jamuna fue la primera de las dos tigresas trasladadas desde una reserva de Chandrapur a Similipal, donde fue liberada en un recinto cerrado para que pudiese aclimatarse. Los gestores de la reserva confían en que las dos se apareen con los machos de Similipal y den a luz una generación con mayor diversidad genética.





Safelift

PLASMANDO LO MISMO DESDE PERSPECTIVAS
MUY DIFERENTES, UN ASTRONAUTA DE LA NASA
Y UN FOTÓGRAFO DE NATIONAL GEOGRAPHIC
CREAN UNA FORMA COMPLETAMENTE NUEVA
DE CONTEMPLAR NUESTRO MUNDO.

GRAN CAÑÓN DEL COLORADO

En su empeño por destacar el mismo lugar desde perspectivas diametralmente distintas, el astronauta Don Pettit y el fotógrafo Babak Tafreshi pusieron sus miras en el desierto del sudoeste de Estados Unidos. Pettit captó las franjas de luz que crea la intensa iluminación de Los Ángeles. Desde el Gran Cañón, Tafreshi apuntó su cámara hacia el cielo y tomó un cuasi retrato de la Estación Espacial Internacional (ISS) en su sobrevuelo. IMAGEN OBTENIDA APLICANDO 200 FOTOGRAFÍAS (PÁGINA SIGUIENTE)

MAPAS: MATTHEW W. CHWASTYK, NGM
FUENTE: CENTRO ESPACIAL JOHNSON DE LA NASA







N U E S T R O P L A N E T A D E S D E

ARRIBA Y DESDE ABAJÓ

TEXTO DE MARINA KOREN | FOTOGRAFÍAS DE DON PETTIT Y BABAK TAFRESHI



A principios de este año, dos amigos fotógrafos acababan de tomar imágenes del Gran Cañón del Colorado y empezaron a debatir sobre qué podrían inmortalizar juntos a continuación. A Don Pettit le entusiasma la idea de orientar su cámara hacia Madagascar y envió un mensaje a su amigo Babak Tafreshi alabando la belleza de la isla.

Tafreshi no se lo discutió: imaginaba los famosos baobabs, con sus gruesos troncos y sus ramas afiligranadas, recortándose en una imagen hipnótica contra un cielo oscuro tachonado de estrellas. Y así, pese al cansancio acumulado tras una larga temporada de viajes, voló de Boston a París y luego a Antananarivo, la capital de Madagascar, donde al día siguiente alquiló un coche y condujo hasta el remoto reino de los baobabs, una pista terrera bordeada por decenas de estos árboles centenarios.

El viaje de Pettit fue más sencillo: le bastó con flotar desde una sala de la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés) a otra, acercándose a las ventanas desde las que se veía la Tierra.

Durante los siete meses que duró su misión en la ISS, Pettit —astronauta desde



Don Pettit (arriba), fotografiado por uno de sus colegas a bordo de la Estación Espacial Internacional, prepara un experimento científico. Fuera de sus cometidos oficiales como miembro de la NASA, el astronauta encontró tiempo para documentar las maravillas de la Tierra junto con su amigo Babak Tafreshi, inmortalizado aquí en un retrato resultado de unir dos fotos panorámicas tomadas en la base de un baobab en Madagascar. NASA (ARRIBA); AMIRREZA KAMKAR (ABAJO)

hace casi 30 años- colaboró con Tafreshi, fotógrafo y Explorador de National Geographic, en un innovador proyecto consistente en fotografiar el mismo lugar o fenómeno desde dos perspectivas diametralmente opuestas: la de un fotógrafo con los pies en la Tierra y la de otro que orbita en torno a ella a 400 kilómetros de altitud. Juntos coordinaron 10 sesiones fotográficas en cuatro continentes. El resultado es un álbum de nuestro planeta, con escenas fascinantes que logran que el espectador se sienta grávido e ingravido al mismo tiempo.

La pareja entró en contacto poco después de la primera estancia de Pettit en la por entonces recién ensamblada ISS, en 2003. Fotógrafo aficionado desde que empezó el instituto, Pettit se había llevado al espacio sus cámaras digitales, y con materiales que encontraba en la estación confeccionó un soporte que le daba la estabilidad necesaria para captar el cielo nocturno sin que lo empañasen las manchas de luz estelar. (Pettit es uno de los astronautas más mañosos de la NASA). Por entonces Tafreshi trabajaba como editor de una revista iraní de astronomía llamada *Nojüm*. Se había aficionado a la fotografía siendo adolescente, y solía cenarse en el cielo nocturno y las maravillas naturales que se tornan visibles donde no

hay contaminación lumínica. Cuando las fotos de Pettit llegaron a la Tierra, Tafreshi le envió un correo electrónico para felicitarlo. Pronto se hicieron amigos por correspondencia.

Años más tarde aquella correspondencia fructificó en un proyecto fotográfico, y Pettit y Tafreshi descubrieron la utilidad de manejar enfoques diferentes para contar historias visuales sobre la Tierra. Pettit sentía el deber de compartir su mirador orbital con sus congéneres. «Quieres compartir esas imágenes con quienes no tienen la oportunidad de estar allí arriba», apunta.

A lo largo del proyecto, trataron de sincronizar sus sesiones fotográficas, lo cual requirió una ingente planificación. Debían tener en cuenta la mecánica orbital -desde la atalaya móvil que es la ISS, Pettit daba una vuelta al mundo cada 90 minutos- y también la trayectoria de la estación espacial. Cuando empezaron a poner en común posibles zonas de interés, Tafreshi tenía un montón de ideas. «Le dije: "¿Sabes qué sitio es genial? Islandia", recuerda. Pero la ISS no sobrevuela Islandia, le respondió Pettit. El proyecto también se vio afectado por consideraciones de índole más terrenal. Pettit sugirió en una ocasión un par de regiones que parecían fotogénicas desde

cientos de kilómetros de altura, pero que coincidían con las fronteras de países en conflicto -India y Pakistán; Corea del Norte y Corea del Sur-, «con lo cual no podía desplazarme hasta allí por motivos de seguridad», explica Tafreshi. Pettit, por su parte, tenía que compaginar la fotografía con sus obligaciones de astronauta. «Cuando estás en la estación, tu trabajo diario resulta bastante absorbente -cuenta Pettit, quien ha acumulado casi 600 días en el espacio a lo largo de cuatro misiones-. Debes buscar algún hueco en tu horario laboral para correr a la cúpula y tomar unas cuantas fotos».

A veces el universo les ponía las cosas fáciles. Una semana después de que Pettit entrase en órbita apareció un cometa procedente de los confines del sistema solar. Tafreshi observó el brillante objeto desde Puerto Rico, pero Pettit «tenía las mejores vistas», sin la atmósfera brumosa de la Tierra y sus molestas nubes de por medio. Poco después, una espectacular tormenta de auroras boreales tiñó el cielo sobre la casa de Tafreshi -¡qué oportuno!- y los fotógrafos capturaron el evento con pocas horas de diferencia: fue la mejor sincronización de todo el proyecto. Si hablamos de las ondulantes y místicas luces verdes, dos puntos de vista son mejores que uno. «Al observar

la misma ondulación desde la órbita, quizá descubres que en realidad es un óvalo», advierte Pettit. Es como si hubiesen rodeado el fulgurante fenómeno, revelando así su verdadera naturaleza.

Aunque Pettit se zafó de los típicos inconvenientes que pueden estropear la jornada a un fotógrafo terrestre (como un día de lluvia, sin ir más lejos), sus cámaras fallaban a veces debido al bombardeo constante e invisible de radiación cósmica, y de vez en cuando se colaban en sus fotos objetos de la cotidianidad astronáutica. Un día Tafreshi estaba escaneando las imágenes que Pettit había tomado de las Maldivas, en el Índico, cuando se fijó en una intrigante mancha verde en el agua: ¿una floración de algas? «Estaba emocionado... hasta que revisé las siguientes fotos y me percaté de que la mancha se movía muy rápido», recuerda. Resultó ser la máquina de pesas, que se reflejaba en las ventanas de la estación espacial. «Todos los miembros de la tripulación hacen ejercicio en esta máquina una hora y media al día», cuenta Pettit.

Ambos coinciden en que la fotografía espacial tiene mayor calidad cuando hay una persona tras el objetivo; hay muchos satélites que captan imágenes de la Tierra desde la órbita, pero suelen ser planas y

desprovistas de textura. Pettit sabe jugar con la luz y las sombras para crear retratos más ricos. Y cualquier vista orbital de la Tierra reviste más significado cuando tras ella se palpa una emoción real. Karen Nyberg, astronauta retirada de la NASA, me contó cuánto le gustaba fotografiar los lugares en los que sabía que estaban sus seres queridos. «Cuando sobrevolaba Houston o el estado de Nueva York y sabía que se encontraban allí, me sentía conectada con ellos, a tan solo 400 kilómetros de distancia, justo encima de los míos –recuerda–. Y entonces empezaba a sentir una especie de vínculo con personas de otros lugares de la Tierra que no conocía». Quizá también haya en esa experiencia una pátina de triunfo; el cuerpo humano no está hecho para visitar el espacio exterior, pero los astronautas lo alcanzan, se empapan de sus maravillas y lo comparten con el resto de nosotros.

En más de dos décadas de amistad, Pettit y Tafreshi solo se han visto dos o tres veces. Se comunican sobre todo por mensajes de texto y por correo electrónico. Dicen que sus conversaciones son las propias de dos fanáticos de la fotografía: aperturas focales por aquí, *software* de edición por allá. Aun así, su amistad no se restringe a lo fotográfico. Cuando Tafreshi fue víctima de un robo en

Sicilia y perdió la mayor parte de su equipo, le ahorró a Pettit los detalles para no preocuparlo. No es buena idea poner nervioso a un astronauta que está lejos de casa, me dijo. Pettit le tomó el pelo con cariño, diciéndole que debería pensarse mejor dónde guardar el pasaporte, que también le robaron.

La sesión fotográfica de Madagascar fue la última antes de que Pettit regresase a la Tierra. La zona apenas cuenta con iluminación artificial, por lo que la fotografía de Pettit dependía de la alineación de los cuerpos celestes –la presencia de la luna llena– para iluminar un paisaje envuelto en el manto de la noche. Tafreshi se instaló entre la vegetación, contemplando el resplandor de la Vía Láctea en el cielo impoluto. «Era surrealista», recuerda. La quietud de la noche se veía interrumpida aquí y allá por los murmullos nocturnos de la fauna salvaje y de los aldeanos que pasaban en carros tirados por mulas. Desde arriba, la Tierra es un mundo resplandeciente con una atmósfera deshilachada que flota en un vacío oscuro. Desde abajo, es una maraña de flora, fauna y humanidad que, hasta donde sabemos, no se repite en ningún otro lugar.

Los dípticos resultantes presentan nuestro planeta tal y como realmente es: un planeta más, pero nuestro único hogar. □

MADAGASCAR

Con densas redes de bosques y pocas ciudades grandes, Madagascar parece envuelta en un manto de oscuridad desde el punto de observación de Pettit, a bordo de la ISS. En tierra firme, Tafreshi fotografió los famosos baobabs de la isla sobre un telón de fondo surcado por sendas de estrellas que convergen en torno al polo sur celeste. IMAGEN OBTENIDA APILANDO 219 FOTOGRAFÍAS (ABAJO)





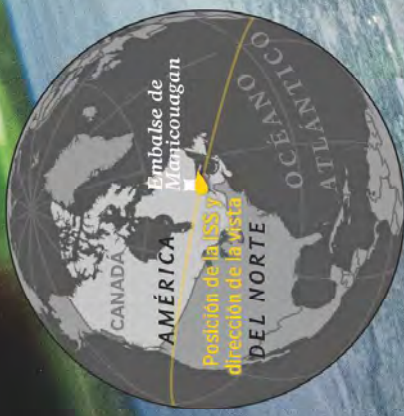




PODEROSA AURORA

El 10 de octubre de 2024, una fuerte tormenta geomagnética iluminó el hemisferio norte con coloridas auroras. Pettit corrió a una de las ventanas de la ISS para documentar las vibrantes volutas de luces verdes y rosas antes de que desapareciesen. Por fortuna, Tafreshi no tuvo que viajar muy lejos: captó el mismo fenómeno cuando la espectacular aurora boreal danzó sobre su barrio de Salem, en Massachusetts.





CRÁTER DE MANICOUAGAN, CANADÁ

Hace más de 214 millones de años, un asteroide se estrelló contra Canadá y creó el Ojo de Quebec, un cráter de 100 kilómetros de ancho claramente visible desde el punto de observación de Pettit a bordo de la ISS. En los años transcurridos desde entonces, el cráter se ha llenado de agua, formando el embalse de Manicouagan. Un atardecer, a orillas del embalse, Tafreshi apuntó su cámara hacia el cosmos y captó los rastros de luz estelar en el cielo. IMAGEN OBTENIDA APILANDO 400 FOTOGRAFÍAS SECUENCIALES (ABAJO)





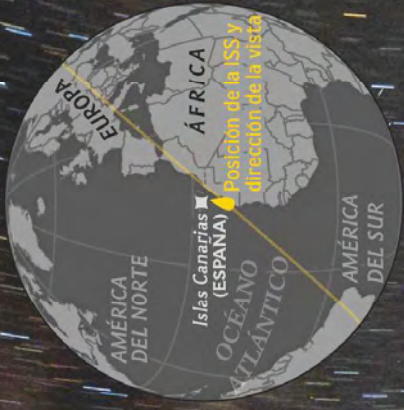


FLORIDA

Los átomos y moléculas de la atmósfera superior de la Tierra, excitados por la luz solar, forman una tenue neblina roja sobre Florida. Pettit ha despegado con frecuencia desde cabo Cañaveral. En una noche oscura y estrellada, Tafreshi observó un lanzamiento, en esa ocasión de un cohete Falcon 9 de SpaceX con mercancía, desde el Refugio Nacional de Vida Salvaje de Merritt Island. COMPOSICIÓN DE 1100 FOTOGRAFÍAS SECUENCIALES (ABAJO)

ISLAS CANARIAS

Viajando a una velocidad de unos ocho kilómetros por segundo, la ISS sobrevoló las islas Canarias y Pettit capturó la Vía Láctea justo asomando por el horizonte de la Tierra. Desde una cima de 2.400 metros de altitud en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, en la isla de La Palma, Tafreshi immortalizó su propia visión de la Vía Láctea ascendiendo.









YELLOWSTONE

Mientras la ISS sobrevolaba la frontera entre Montana y Wyoming, Pettit recurrió a una exposición de 10 segundos con un objetivo de 50 milímetros para fotografiar la Tierra y uno de sus vecinos celestes, la galaxia de Andrómeda, a solo 2,5 millones de años luz de distancia. En el Parque Nacional de Yellowstone, el géiser Castle entra en erupción sobre un telón de fondo de rastros de estrellas en esta imagen compuesta a partir de 65 tomas realizada por Tafreshi.



COLA DE COMETA

Aunque el cometa A3 pasó a 70 millones de kilómetros de nuestro planeta, en la fotografía de Pettit este cuerpo celeste parece atravesar la atmósfera terrestre. Desde Vieques, en Puerto Rico, Tafreshi documentó el cometa, que se convertiría en el más brillante en cruzar el cielo desde hace décadas, a su paso por una puesta de sol de pálidos tonos rosados.



RITMO GLOBAL

| EVENTOS |

MARCAS |

PUBLICIDAD |



SÍSÍ: CÓCTELES Y GASTRONOMÍA EN EL CIELO DE BARCELONA

Sísí invita a escapar del bullicio urbano y disfrutar de las vistas de Barcelona en un entorno privilegiado: la azotea del hotel The Social Hub, situado en el distrito de Poblenou, a pocos minutos de la playa. El restaurante encarna un nuevo concepto culinario diseñado por el chef Adam Rawson: cocina de fusión mexicana centrada en el producto de temporada y de proximidad, coronada con cócteles de autor.

SISIROOFTOP.COM/ES



BLUE BANANA, MODA VIAJERA CON ESENCIA JAPONESA

La firma de moda Blue Banana es un referente entre los incondicionales de la aventura, por ello su actual colección otoño-invierno se inspira en aquellos viajes no planificados en los que se deja espacio a la improvisación. La nueva propuesta de temporada de la marca de moda japonesa apuesta por diseños minimalistas y productos naturales, como el lino, la lana y el algodón orgánico.

BLUEBANANABRAND.COM



KHAKI NAVY SCUBA DE HAMILTON, HACIA NUEVOS HORIZONTES

En 1884 se acordó que el meridiano de Greenwich serviría de punto de referencia para el establecimiento de una hora estándar universal que facilitase la navegación mundial. Hamilton rinde hoy homenaje a aquel acontecimiento histórico con una nueva edición del modelo Khaki Navy Scuba, ahora equipado con una función llamada GMT, que permite consultar sin interrupción distintos husos horarios.

HAMILTONWATCH.COM



NIBA, LA ENERGÉTICA 100% DIGITAL DE IBERDROLA

El mercado energético atraviesa una era de transformación sin igual en la que la IA adquiere un papel cada vez más relevante. Los usuarios exigen hoy soluciones más flexibles, eficientes y adaptadas a sus necesidades. En el marco de esta evolución, Iberdrola ha creado niba, la primera *start-up* corporativa de la firma, con la que es posible gestionarlo todo directamente desde una *app*.

NIBA.ES



ASESINAR A HITLER

MARTES 11 DE NOVIEMBRE
A LAS 22:50 HORAS

El 20 de julio de 1944 un equipo de conspiradores liderado por el coronel de la Wehrmacht Claus von Stauffenberg ideó un plan para matar a Hitler. La misión, denominada Plan Valquiria, no fue el único intento de acabar con la vida del Führer, quien se estima que sufrió hasta 40 tentativas de homicidio, llevadas a cabo tanto por lobos solitarios como por grupos coordinados que planearon dinamitar el régimen nazi desde dentro. A partir de recreaciones históricas fidedignas y pruebas reales realizadas con explosivos y armas, esta miniserie de tres capítulos indaga algunas de esas conspiraciones que pudieron cambiar el rumbo de la historia.



ÁFRICA EXTRAORDINARIA

DOMINGOS A PARTIR DEL
2 DE NOVIEMBRE A LAS 18 HORAS

África es un mundo de contrastes en el que conviven los ecosistemas más diversos, desde bosques frondosos hasta cumbres imponentes. Pero la vida logra abrirse camino también en los hábitats más extremos. National Geographic Wild rinde homenaje a la biodiversidad de este continente con una programación especial que incluye el estreno de la serie *Mara: el renacer de la sabana* y los documentales «El asombroso tejón de la miel» y «Los genios salvajes de África».



NATIONAL GEOGRAPHIC

Emite 24 horas al día en:
Movistar+ (Dial 70) **Vodafone**
(104) **Telecable** (52) **R Cable** (50)
Euskaltel (33) y **Orange** (30)



NATIONAL GEOGRAPHIC WILD

Emite 24 horas al día en:
Movistar+ (Dial 71) **Vodafone**
(105) **Telecable** (53) **R Cable** (55)
Euskaltel (37) y **Orange** (31)

**ATAPUERCA, VIAJE A
NUESTROS ORÍGENES**

Los yacimientos de la sierra de Atapuerca narran la fascinante historia de la evolución humana a través de las cinco especies de homínidos que habitaron estas tierras burgalesas a lo largo de un millón y medio de años.



**LAS MEJORES
FOTOGRAFÍAS DE 2025**

Mostramos una selección de las imágenes más cautivadoras tomadas por los fotógrafos de *National Geographic* en 2025, que documentan el mundo en que vivimos.

**RECORDANDO A
JANE GOODALL**

Puso nombres a los chimpancés, revolucionó las creencias científicas de la época y dedicó toda su vida a la protección del planeta. Hoy honramos el legado de esta mujer única.

**LA CIENCIA
DETRÁS DEL TDAH**

A medida que aumentan los diagnósticos en adultos de trastorno por déficit de atención con hiperactividad, la ciencia profundiza en el estudio de este problema.



Gran Teatre
del Liceu

22 NOV —
15 DIC

L'ELISIR D'AMORE

GAETANO DONIZETTI

Dirección de escena **Mario Gas**

Adina **Pretty Yende** / **Serena Sáenz** / **Marina Monzó**

Nemorino **Javier Camarena** / **Michael Spyres** / **Filipe Manu**
Belcore **Huw Montague Rendall** / **Carles Pachon** / **Jan Antem**

CORO DEL GRAN TEATRE DEL LICEU (Pablo Assante, director)

ORQUESTA SINFÓNICA DEL GRAN TEATRE DEL LICEU

Director **Diego Matheuz**

Con la colaboración de



Fundació "la Caixa"



CaixaBank

liceu.cat – 93 485 99 13

Consulte todo el contenido audiovisual en www.liceuoperaplus.com



REACH FOR THE CROWN



DESDE 1976, ROLEX APOYA A QUIENES PROTEGEN EL PLANETA.



EL EXPLORER

