

## EVOLUCIÓN

LA CONQUISTA DE LA TIERRA.  
PRIMEROS VERTEBRADOS  
TERRESTRES

## FÍSICA CUÁNTICA

¿EXISTE RELACIÓN  
ENTRE LAS PARTÍCULAS  
Y LA PSIQUE?

## HISTORIA

POR QUÉ LOS ALIADOS  
NO BOMBARDEARON  
AUSCHWITZ

## ANTROPOLOGÍA

EL NIÑO DE TAUNG.  
EL 'ESLABÓN PERDIDO'

## TECNOLOGÍA

FUTURO Y PRESENTE  
DE INTERNET

## ASTROFÍSICA

# ¿FUE EL UNIVERSO DISEÑADO PARA ALBERGAR VIDA?

ENLACE AL CANAL

[x.com/byneontelegram](https://x.com/byneontelegram)

O escanea el código QR:



# ¿Hasta dónde llega tu mundo?

Nuevo Audi

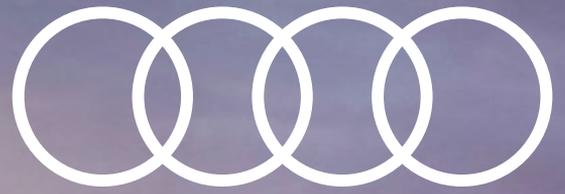
# Q5

Sportback

Para algunos, cada día está programado antes de empezar: mismos horarios, mismas rutinas y caminos que llevan siempre al mismo lugar. Otros, saben que basta con girar el volante y acelerar para que los límites desaparezcan. El nuevo Audi Q5 Sportback con tracción quattro, firma lumínica digital activa y un diseño interior totalmente renovado, transforma cada viaje en una oportunidad para redescubrir tu propio mundo. **This is Audi**

**Audi** A la vanguardia de la técnica.

Consumo combinado de combustible: 5,9-7,9 l/100 km. Emisiones combinadas de CO<sub>2</sub>: 149-178 g/km.  
Las cifras de consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> se facilitan en intervalos porque dependen del juego de ruedas y neumáticos que se utilice.



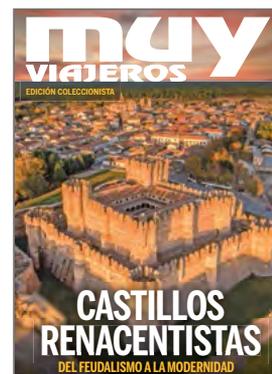
# El enigma del universo afinado

**M**uchas veces se ha comparado el cosmos a una inmensa sinfonía, en la que cada nota ha sido cuidadosamente afinada para que la melodía de la vida pudiera sonar. No es una simple metáfora, sino un auténtico enigma que desconcierta a físicos y cosmólogos desde hace décadas: el llamado problema del ajuste fino del universo. Las constantes fundamentales de la naturaleza —la velocidad de la luz, la carga del electrón, la intensidad de la gravedad— poseen valores que parecen haber sido calibrados con una precisión extrema para permitir la existencia de átomos, estrellas, planetas y, en última instancia, seres conscientes capaces de maravillarse ante el firmamento. Si estos números hubieran sido solo un poco distintos, ni la materia compleja ni la vida habrían sido posibles. ¿Es esto mera casualidad? ¿O estamos ante un misterio que roza la noción de diseño cósmico? Desde los albores de la filosofía, el asombro ha sido el motor del conocimiento. Y hoy, en pleno siglo XXI, seguimos asombrados. Algunos ven en esto una evidencia de propósito, mientras que otros buscan explicaciones alternativas, como la existencia de un multiverso en el que todos los valores posibles de estas constantes se dan en algún punto del infinito. De ahí que protagonice nuestra portada. Quizás, al final, la única constante inmutable sea nuestro asombro, esa chispa que nos impulsa a seguir preguntando, a seguir explorando y leyendo. Disfruta de la lectura.



**Carmen Sabaleta**,  
directora  
csabaleta@zinetmedia.es

## Más MUY en tu quiosco:



### REDACCIÓN

Directora: **Carmen Sabaleta**  
(csabaleta@zinetmedia.es).

Redactora jefa:

**Cristina Enriquez** (cenriquez@zinetmedia.es).

Coordinador de Diseño:

**Óscar Álvarez** (oalvarez@zinetmedia.es).

Director de Muy Interesante Digital:

**Eugenio M. Fernández** (efernandez@zinetmedia.es).

Colaboradores: **Jorge de los Santos, Miguel Á. Sabadell, Lucía Sesma, Javier Rada, Manuel Martín-Loeches, Javier Moreno, Victoria Pascual, José M. Viña, Javier de Gabiola García, Carlos Lázaro Avila, Martín Cagliani, José Manuel Nieves, Juan Carlos F. Galindo, Eugenio Manuel Fernández Aguilar, José Manuel González, Virginia**

**Mendoza, Antonio Alarcó, Francisco J. Molina, Tata Gavilán, Carmen Castellanos y Borja M. Tejada** (edición y corrección). **Andrés Pérez** (maquetación).

### DIRECCIÓN Y TELÉFONO

C/ Alcalá 79 1.º A - 28009 Madrid - España; tel. 810583412

Suscripciones: suscripciones@zinetmedia.esv

Tel. 910 604 482



Consejera Delegada:

**Marta Ariño**

Director General Financiero:

**Carlos Franco**

Director Comercial:

**Alfonso Juliá** (ajulia@zinetmedia.es)

Editada por **Zinet Media Global, S.L.**  
Distribuidor exclusivo en España: Logista  
Publicaciones Distribuidor exclusivo en México:  
Sefeco México, S.A. de C.V., con domicilio en calle  
Corona No. 23, Colonia Cervecera Modelo,  
Municipio Naucalpan de Juárez, Estado de México.  
CP. 53330. Tel. (55) 7586 5532.

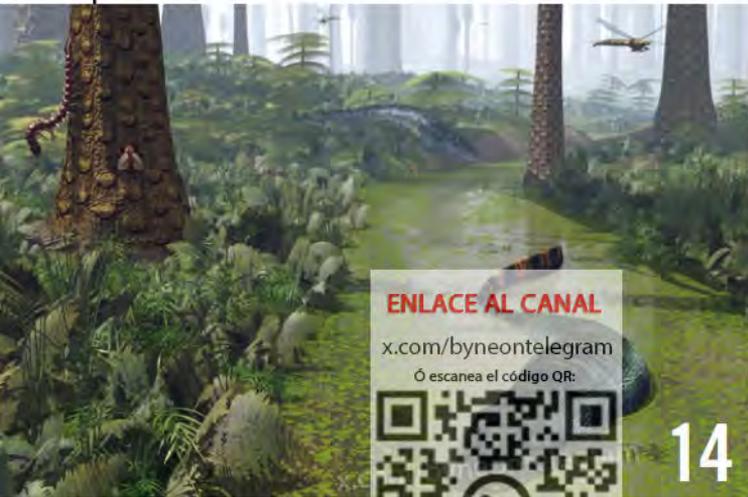
Número de Certificado de Reserva de derechos al  
uso exclusivo del Título MUY INTERESANTE:  
04-2025-011715474400-102 de fecha 17 de enero de  
2025 ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

**IMPRESO EN ESPAÑA. EDICIÓN: 05/2025**

Esta publicación es miembro de  
la Asociación de Revistas de Información (ARI).



Depósito Legal: M.33.426/1980. ISSN 1130 - 4081 © Copyright  
2017 Zinet Media Global, S.L. Prohibida su reproducción total o  
parcial sin autorización expresa de la empresa editora.



**ENLACE AL CANAL**  
[x.com/byneontelegram](https://x.com/byneontelegram)  
 O escanea el código QR:



14



26

## REPORTAJES

**14 La conquista de la tierra**  
 Los primeros vertebrados terrestres.

**20 ¿Fue nuestro universo diseñado para albergar vida?**  
 Algunas constantes elementales de la física parecen estar ajustadas para ello.

**26 Ciencia cuántica y consciencia**  
 ¿Hay alguna misteriosa conexión entre el mundo intangible de las partículas y el reino inmaterial de la psique?

**32 El niño de Taung**  
 El eslabón perdido cumple un siglo.

**56 Testamento vital**  
 Un paso imprescindible en nuestras vidas.

**66 Notre Dame de Paris**  
 Nuestra Señora de Piedra renace después del devastador incendio de 2019.

**72 ¿Por qué los aliados no bombardearon Auschwitz?**  
 Los historiadores se preguntan por qué no se puso freno al exterminio nazi.

**110 Blas de Lezo**  
 El general de la Armada apodado «medio-hombre» por ser manco, tuerto y cojo, aplastó a los ingleses en Cartagena de Indias.

## ENTREVISTAS

**38 Juan Antonio Cirac**  
 Conocido como el Messi de la física cuántica, es el español que más cerca está de conseguir un premio Nobel.

**44 Vinton Cerf**

El padre de Internet nos cuenta los retos a los que nos enfrentamos para gestionar una herramienta que ya es fundamental en nuestras vidas y cómo hacerla igualitaria.

## FIRMAS

**6 Gran Angular**  
 ¿Qué deseas, Elon?, por Jorge Santos.

**12 Hablando de ciencia**  
 Miguel Ángel Sabadell nos explica el momento en que la Tierra se cubrió de hielo.

**51 Palabras cruzadas**  
 Entre las voces, una, por Lucía Sesma.

**52 Pensamiento crítico**  
 David Pastor Vico nos cuenta por qué la confianza es tan importante en la sociedad.

**80 Mental coach**  
 Tata Gavilán nos habla de la resiliencia y de cómo esta se puede entrenar.

**104 Tecnocultura**  
 Ludópatas por diseño, por Javier Moreno.

**106 Criminología**  
 Victoria Pascual habla sobre el uso y tenencia de armas de fuego en el mundo.

**108 Piceladas de metereólogo**  
 El caminante sobre el mar de nubes, de Caspar David Friedrich, es el objeto de su análisis.

**Y, ADEMÁS, DISFRUTA DE OTROS GRANDES TEMAS EN NUESTRA WEB:**



«Estar en las Batuecas»: entre la leyenda, el misterio y la metáfora del aislamiento.

Por Carmen Sabaleta



Un hallazgo sin precedentes y único en el universo: astrónomos detectan un planeta que gira tan rápido que podría escapar de la Vía Láctea.

Por Eugenio M. Fernández Aguilar



Así florece nuestra imaginación como la más potente fábrica de crear ideas.

Por José Ángel Martos



Científicos sorprendidos al descubrir que los ratones intentan salvar a sus compañeros cuando están inconscientes y no responden a estímulos.

Por Christian Pérez

POR  
JORGE DE LOS SANTOS,  
artista y pensador



## ¿QUÉ DESEAS, ELON?

LOS DESEOS DE LOS OLIGARCAS MARCAN EL DESTINO DEL RESTO DEL MUNDO. FORMAMOS PARTE DE ELLOS COMO PERSONAJES DE UN GUIÓN YA ESCRITO. QUIZÁS LO QUE PERSIGAN ES SOBREVIVIR A LA CATÁSTROFE QUE AVIVAN ELLOS MISMOS

Los gentiles, con el dinero del que disponemos, solemos tener deseos comprensibles. Poder pagar las deudas a final de mes, cambiar el vehículo una vez que no dé más de sí, unos días de descanso en zona costera, escolarizar a nuestros hijos con ciertas garantías y cosas así. Los millonarios tienen deseos similares solo que amplificadas. Vacaciones en las Seychelles, el Lamborghini ese de color verde manzana, el barco de algunos metros de eslora, los niños un mes en un internado británico y demás. Los multimillonarios, esos que acumulan varios cientos de millones de euros en el petate, siguen la misma pauta que los precedentes pero proporcionalmente magnificada (ya no las Seychelles sino la isla propia, ya no un coche deportivo sino una cuadra) aunque ya afloran algunos toques de excentricidades: que si ser enterrados en la luna, que si detectores de espíritus, construir una mansión para sus perritos y cosillas por el estilo. Pero hay un más allá: el de aquellos, apenas unas cientos en el universo de los mortales, que difieren de los anteriores (y de todos los anteriores de los anteriores) no en una cuestión cuantitativa sino cualitativa. La proporcionalidad pierde con ellos sentido. Como la pierde en la relación entre un anciano y él mismo de bebé: un anciano en su fisonomía y biometría no es lo que era de bebé multiplicado por «n», es otra cosa. Estos tipos no es que tengan miles de veces

más dinero que los multimillonarios, es que sus parámetros de riqueza económica son incomprensibles, incuantificables (la lista Forbes cuenta pero no puede contar), y tan carentes de sentido e inexplicables para los demás como para ellos mismos. De estos, de sus deseos, los de aquí debajo de la cadena trófica apenas sabemos nada. ¿Qué desea esta gente?

**CLAUDIO, EL EMPERADOR ROMANO**, deseaba que todos los que estuvieran en su presencia se tiraran más pedos que él mismo. De no hacerlo se exponían, por edicto, a ser severamente castigados. Un poder ilimitado y padecer un sonrojante meteorismo traen estas cosas. El deseo de Caracalla era el confirmar que él se trataba de la reencarnación de Aquiles. Para satisfacer su deseo solo necesitaba que, como le sucedió a Aquiles con Patroclo, su más íntimo amigo falleciera. Hizo asesinar a Festus, su compañero más cercano, para poder celebrar grandes y lacrimosos fastos en su honor satisfaciendo su deseante exigencia. Cuando el poder es ilimitado el deseo viene preñado de irracionalidad y se expande sobre muchos. Gilles Deleuze lo anota con claridad: «Cuando estás atrapado en el sueño de otro, estás jodido». Cuando formas partes del deseo de otro tu devenir vendrá condicionado, inexorablemente, por este. El deseo es una enorme manifestación de la voluntad de poder en cualquiera, pero si el que desea rezuma capacidad para alterar las existencias, entonces la jodienda está garantizada. En el deseo, sea cual sea, de estos desbridados, estamos todos incluidos. Jodidos, sometidos inevitablemente al albur de sus deseos, porque estos son los que guionizan la realidad. Por eso es fascinante intentar saber qué desean estos tipos: lo que deseen será, en las oligarquías de plutócratas en las que han degenerado nuestras democracias liberales, la fuerza ciega que conforme nuestro destino.

**EL ANALISTA NEOYORKINO DOUGLAS RUSHKOFF** fue invitado en 2017 a dar una conferencia sobre el futuro de la tecnología. El lugar del encuentro bizarro: un resort de lujo asiático, el público pintoresco: algunos miembros

“ Cuando el poder es ilimitado el deseo viene preñado de irracionalidad y se expande sobre muchos ”

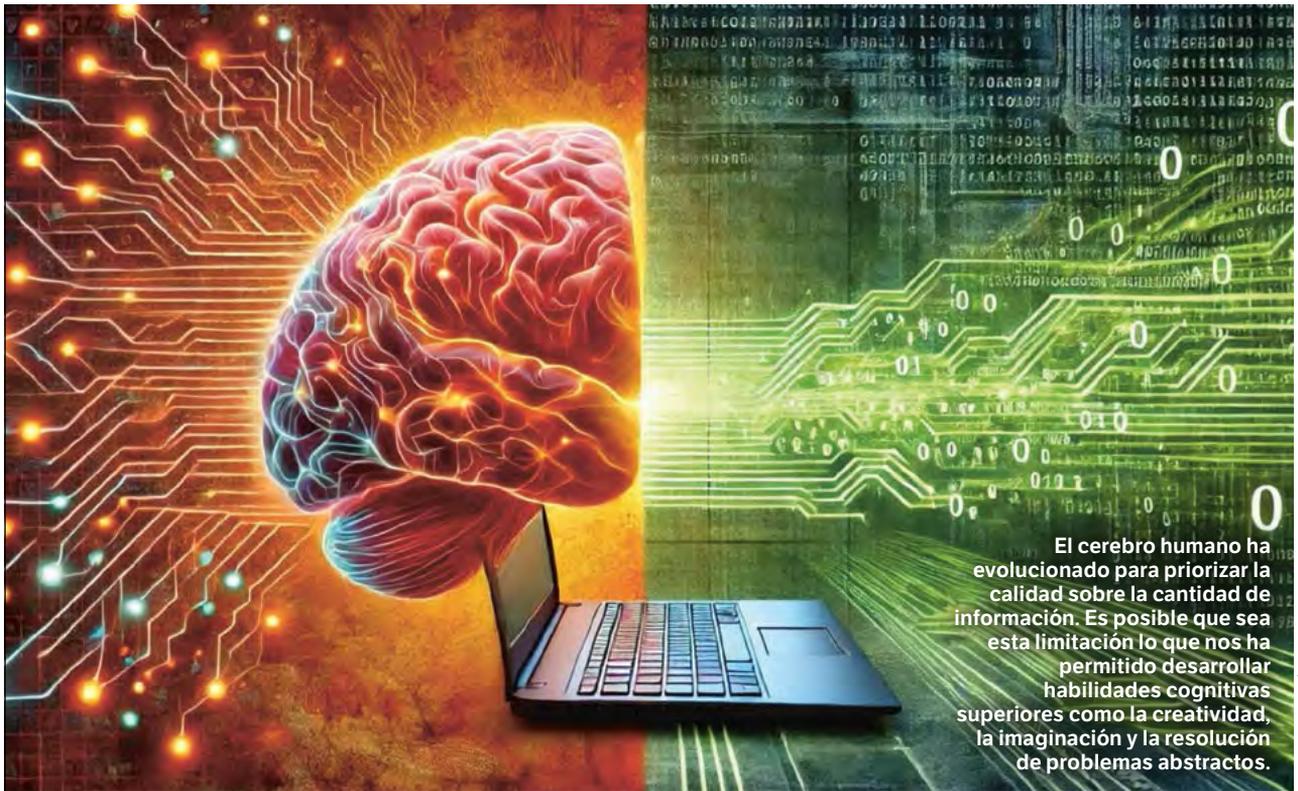


SHUTTERSTOCK

## “ Exterminar algo es una manifestación deseante de poder. Acabar con todo lo es del poder máximo ”

de las familias más adineradas del planeta. Rushkoff percibe pronto que lo que ha preparado no les interesa en exceso y que su presencia allí es un poco como la de las bailarinas exóticas en el fastuoso ágape de un sátrapa. Apenas lo escuchan. Sus preocupaciones son otras. Es al concluir su exposición cuando empiezan, de manera errática y bebida en mano, a acercarse algo a él para exponerle sus verdaderos intereses. Estos le resultan al conferenciante entre asombrosos y delirantes. Las conclusiones de este alucinante encuentro las plasma en una obra, *La supervivencia de los más ricos*, y es fundamentalmente una: la verdadera inquietud de estas particulares criaturas es cómo escapar de lo que llaman «el suceso»: el inminente colapso social, económico y climático. Huir de la tierra en naves espaciales a otros planetas, transmitir su conciencia a una inmortal base de datos que les preserve eternamente su “yo”, configurar ejércitos privados de engendros cibernéticos que los protejan cuando la turba, con el caos por principio y el garrote en mano, se

acerque a pedirles explicaciones. ¿Podríamos decir que el verdadero deseo de estos es escapar de la catástrofe? A mí juicio esta conclusión se queda corta. En la película de Sorrentino *La gran belleza*, el protagonista aspirante a «rey del mambo», manifiesta algo en un monólogo: «Yo no quería solo participar en las fiestas, yo quería tener el poder de hacerlas fracasar». Exterminar algo es una manifestación deseante de poder. Acabar con todo lo es del poder máximo. Lo que en realidad desean estas «élites» no es evitarse los efectos de la catástrofe sino que lo que desean es la propia catástrofe en sí. La catástrofe que, sin género de duda les demostrará, como en la cena de los justos tras el apocalipsis, que ellos son los elegidos. Los delfines de Dios. Atrapados todos nosotros, los miserables, en su deseo, nuestro fatídico devenir es el de ser la leña que arde en el pavoroso incendio. Carne de holocausto. Quizá eso es lo que Elon, medio contrahecho, medio ebrio y patoso por entero, desea fervientemente cuando nos guiña el ojito bailoteando alrededor del fuego. □



El cerebro humano ha evolucionado para priorizar la calidad sobre la cantidad de información. Es posible que sea esta limitación lo que nos ha permitido desarrollar habilidades cognitivas superiores como la creatividad, la imaginación y la resolución de problemas abstractos.

CORTIPELEGNO FERNÁNDEZ

## LA PARADOJA DE LA VELOCIDAD DEL PENSAMIENTO HUMANO

**A**lguna vez te has preguntado cuán rápido procesa información tu cerebro? Aunque nuestra percepción nos haga pensar que opera a gran velocidad, un reciente estudio liderado por Jieyu Zheng y Markus Meister, del Instituto de Tecnología de California (Caltech), ha revelado un dato sorprendente: el cerebro humano solo procesa información a 10 bits por segundo. Esta cifra contrasta drásticamente con la enorme cantidad de datos que nuestros sentidos captan en cada momento, que pueden alcanzar niveles de gigabits por segundo. Entonces ¿por qué el pensamiento consciente opera a un ritmo tan «lento»? Los investigadores analizaron diversas actividades cognitivas y motoras. En todas ellas, la tasa de procesamiento se mantuvo en torno a los 10 bits por segundo. Esto se debe a lo que han denominado el «cuello de botella neural»: el cerebro recibe una cantidad abrumadora de datos a través de los sentidos, pero solo puede procesar de

forma consciente una fracción mínima de datos, filtrando lo irrelevante y dejando únicamente lo esencial. A pesar de su aparente lentitud, este mecanismo tiene sentido desde una perspectiva evolutiva. Nuestros antepasados no necesitaban analizar de manera simultánea grandes volúmenes de información, sino tomar decisiones eficientes con rapidez. En un entorno salvaje, priorizar lo importante era crucial para la supervivencia ya que no siempre es necesario manejar más información, sino la adecuada. Otras especies, como insectos con cerebros mucho más pequeños, también operan dentro de estos límites. Por ejemplo, una mosca puede ejecutar movimientos increíblemente rápidos con apenas 100 000 neuronas. Este descubrimiento tiene importantes implicaciones en el desarrollo de la inteligencia artificial y las interfaces cerebro-máquina. Aunque se han diseñado dispositivos para mejorar la comunicación entre el cerebro y la tecnología, el cuello de botella cogni-

tivo sigue siendo un límite difícil de superar. Incluso si estos dispositivos pudieran captar más información, el cerebro humano seguiría operando dentro de su capacidad de 10 bits por segundo. Esto sugiere que el futuro de la IA no debería centrarse en aumentar la velocidad de procesamiento, sino en mejorar la eficiencia en la selección de información, imitando el mecanismo de filtrado del cerebro. Otro de los grandes enigmas que plantea este estudio es por qué el cerebro humano tiene una estructura tan compleja si su velocidad de procesamiento consciente es tan baja. Los investigadores plantean que esta infraestructura no es inútil, sino esencial para garantizar nuestra flexibilidad y adaptación. El cerebro funciona como una máquina de compresión de datos: la retina, por ejemplo, recibe millones de estímulos visuales por segundo, pero la corteza cerebral reduce esa información a lo que realmente necesitamos para actuar y tomar decisiones.

## LA CIENCIA CORROBORA LA IMPORTANCIA DE BEBER AGUA PARA LA SALUD

Beber suficiente agua es esencial para la salud y puede influir en el peso, la prevención de enfermedades y el bienestar general. Un estudio reciente publicado en JAMA Network Open, dirigido por Hakam y su equipo, analizó ensayos clínicos aleatorizados sobre los efectos de la ingesta de agua en distintas condiciones médicas. Entre los hallazgos más destacados, se encontró que beber 500 ml de agua antes de las comidas puede favorecer la pérdida de peso en personas con sobrepeso, aumentando la saciedad y reduciendo el consumo calórico. Aunque estos resultados son prometedores, no establecen una relación causal directa, sino una asociación observada en los estudios revisados.

El estudio también sugiere que la hidratación adecuada podría ayudar a manejar la migraña.

Otro beneficio importante del consumo de agua es la



SHUTTERSTOCK

prevención de infecciones urinarias. En cuanto a la formación de cálculos renales, el estudio encontró que mantener un volumen de orina diario de 2 litros o más disminuye el riesgo de recurrencia de piedras en el riñón.

A pesar de estos beneficios, los investigadores advierten que no existe una cantidad universal de agua recomendada para todos. Factores como edad, peso, clima y actividad física influyen en las necesidades individuales. Además, muchos de los estudios revisados eran de tamaño reducido, por lo que se necesitan más investigaciones para confirmar la solidez de estos hallazgos.

## LAS MOMIAS DE ANIMALES EN EL ANTIGUO EGIPTO, MISTERIO RESUELTO

La momificación en el antiguo Egipto no solo se aplicó a los humanos, sino también a diversas especies animales, cuyo significado era profundamente religioso. Desde el Período Tardío hasta la época romana, templos y talleres especializados preparaban momias de gatos, ibis, halcones, cocodrilos y serpientes, considerados encarnaciones divinas o símbolos de deidades como Bastet, Thot y Sobek. Estas momias eran deshidratadas con natrón, envueltas en lino e impregnadas con resinas, siguiendo procesos similares a los usados en los cuerpos humanos.

Los egipcios depositaban estas momias en necrópolis y catacumbas cercanas a templos, como las de Saqqara, donde se han hallado millones de ibis, o Bubastis, famosa por sus enterramientos de gatos. Su función principal era servir como ofrendas votivas para obtener favores divinos, aunque algunas cumplían un rol protector. El comercio de estas momias llegó a tal escala que incluso se producían falsificaciones con restos parciales o materiales sustitutos.

El Museo Británico lidera el proyecto Divine Creatures: Animal Mummies in Ancient Egypt, que estudia

estas momias mediante microtomografía computarizada (microCT) y otras técnicas avanzadas. Con una colección de aproximadamente 500 momias animales, el museo busca comprender su contexto religioso y cultural, analizando detalles como su proceso de momificación, su estado de conservación y, en algunos casos, las causas de su muerte. Gracias a estos estudios, se ha descubierto que algunas momias eran elaboradas con gran precisión anatómica, mientras que otras eran simples envoltorios sin restos reales en su interior, lo que evidencia la existen-

cia de una industria organizada para satisfacer la alta demanda de estos objetos sagrados. Además, la investigación ha revelado la complejidad de los rituales asociados.

Más allá de su valor arqueológico, estas momias representan un testimonio tangible de la conexión entre los egipcios y su entorno natural, su sofisticado sistema de creencias y la importancia de los animales en su cosmovisión religiosa. Con proyectos como este, el Museo Británico continúa desentrañando los secretos de una de las civilizaciones más fascinantes de la historia.

El Museo Británico cuenta entre sus colecciones con numerosas momias de animales del Antiguo Egipto, gatos, cerdos o halcones.



BRITISH MUSEUM

## EL SECRETO DEL OSO POLAR PARA REPELER EL HIELO

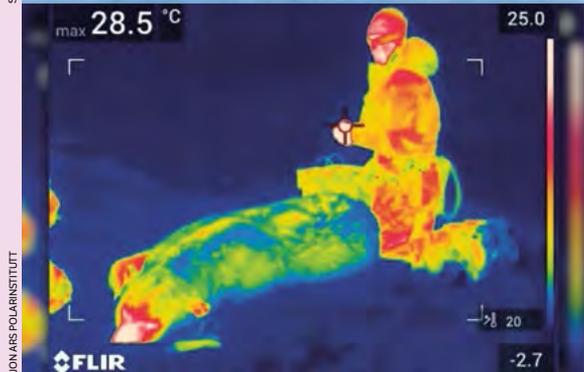
Un estudio reciente ha revelado cómo los osos polares evitan que el hielo se adhiera a su pelaje, gracias a una grasa natural que actúa como un repelente eficiente. Publicado en *Science Advances*, el hallazgo muestra que el sebo de estos animales tiene una composición única, distinta a la de otros mamíferos. En lugar de escualeno, contiene una mezcla de colesterol y ácidos grasos que evita la formación de hielo en el pelaje, similar a los efectos de los fluorocarbonos utilizados en la industria.

Este descubrimiento tiene implicaciones importantes para el desarrollo de recubrimientos sostenibles, ya que los fluorocarbonos, aunque eficaces, son altamente contaminantes. La posibilidad de crear materiales inspirados en el sebo del oso polar podría revolucionar industrias como la textil, la aeronáutica y la de infraestructuras en climas fríos, permitiendo superficies antiadherentes sin impacto ambiental negativo.

Las comunidades indígenas del Ártico han aprovechado este conocimiento durante siglos. Los inuit, por ejemplo, preservaban la capa de sebo en las pieles de oso para mantener sus propiedades hidrofóbicas y evitar que el hielo se adhiera a objetos y botas de caza. Esta combinación de sabiduría ancestral y ciencia moderna refuerza la importancia de observar la naturaleza para resolver desafíos tecnológicos. Este hallazgo abre nuevas posibilidades en la biomimética, el estudio de soluciones naturales aplicadas



SHUTTERSTOCK



IONARS POLARINSTITUTT

El sebo de la piel del oso tiene una mezcla de colesterol y ácidos grasos que evita la formación del hielo en el pelaje, una grasa natural que actúa como un repelente natural.

a la tecnología. Si logramos replicar las propiedades del sebo del oso polar en materiales sintéticos, podríamos desarrollar recubrimientos biodegradables y ecológicos con aplicaciones en múltiples industrias. La naturaleza sigue demostrando que muchas de las mejores innovaciones han estado siempre frente a nosotros.

## RATONES «PARAMÉDICOS»: UN HALLAZGO SORPRENDENTE

Un nuevo estudio revela que los ratones intentan «reanimar» a sus compañeros inconscientes con un comportamiento que recuerda a los primeros auxilios. En el experimento, los investigadores observaron que los ratones olfateaban, lamían y, en más de la mitad de los casos, abrían la boca del compañero caído y tiraban de su lengua, acelerando su recuperación. En el estudio se introdujeron pequeños objetos en la boca de los ratones inmóviles, y en el 80 % de los casos, sus compañeros intentaron retirarlos, pero ignoraron objetos colocados en otras partes del cuerpo.

Este hallazgo sugiere que la conducta de ayuda está influenciada por el vínculo

social, ya que los ratones mostraron mayor disposición a asistir a compañeros habituales de jaula que a desconocidos. Además, el análisis neuronal reveló la activación de la amígdala medial y el hipotálamo,

áreas asociadas con la empatía y la conducta social, junto con un aumento en los niveles de oxitocina, lo que refuerza la idea de que este comportamiento tiene bases biológicas profundas.



ISTOCK

Los ratones mostraban mayor predisposición a ayudar a compañeros de jaula habituales que a desconocidos.

Hasta ahora se creía que el altruismo era exclusivo de especies con cerebros grandes y sociedades complejas, pero este descubrimiento sugiere que la cooperación en momentos críticos podría estar muy extendida en el reino animal. Esto podría ayudar a investigar trastornos humanos relacionados con la empatía, como el autismo. Los ratones podrían ofrecer pistas clave sobre el origen del comportamiento de ayuda en los mamíferos, incluidos los humanos.

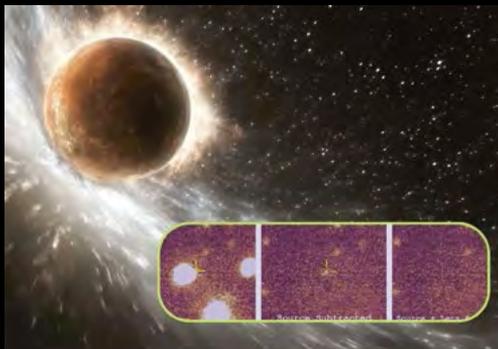
## UN PLANETA EN FUGA

Astrónomos han detectado un sistema planetario que viaja a 1,94 millones de kilómetros por hora, acercándose a la velocidad necesaria para escapar de la Vía Láctea. Este exoplaneta, con una masa 29 veces mayor que la Tierra, orbita una estrella enana de baja masa y fue identificado mediante microlente gravitacional, una técnica que usa la curvatura del espacio-tiempo para revelar cuerpos distantes.

Los datos recopilados por el proyecto MOA en 2011 y confirmados en 2021 muestran que el sistema no sigue una órbita estable, sino que se mueve con una velocidad extrema. Si alcanza los 2,1 millones de km/h, podría convertirse en el primer sistema exoplanetario confirmado en abandonar la galaxia. El equipo de investigación, liderado por Sean K. Terry y publicado en *The Astronomical Journal*, utilizó observaciones del Observatorio Keck y el satélite Gaia para calcular su trayectoria y velocidad.

Existen dos hipótesis sobre su origen. La primera sugiere que el planeta orbita una estrella hiperveloz expulsada por el agujero negro supermasivo del centro galáctico, lo que lo convertiría en el primer caso confirmado de este tipo. La segunda plantea que el sistema fue expulsado tras una interacción gravitacional con otra estrella masiva o un cúmulo denso, impulsándolo a su trayectoria actual.

Este hallazgo abre nuevas preguntas sobre la dinámica de los exoplanetas y su posible escape de la galaxia. Con el próximo lanzamiento del telescopio Nancy Grace Roman, los astrónomos podrán detectar más sistemas similares y estudiar cuán frecuentes son estos mundos en fuga. En el futuro, nuevas misiones podrán seguir su recorrido y confirmar si realmente logran abandonar la Vía Láctea o si su destino cambia en el vasto espacio interestelar.



El sistema planetario observado orbita una estrella enana de baja masa.



JOURNAL OF ANCIENT HISTORY AND ARCHAEOLOGY



La zona en la que se ha hallado la tablilla con los caracteres desconocidos era un centro de interacción cultural.

## UN LENGUAJE NUNCA ANTES VISTO

Arqueólogos en Georgia han descubierto una misteriosa tablilla en basalto cerca del Lago Bashplemi, con una inscripción que podría reescribir la historia de la escritura en el Cáucaso. Este hallazgo, liderado por Ramaz Shengelia y Levan Gordeziani, revela 60 caracteres, 39 de ellos únicos, lo que sugiere un lenguaje hasta ahora desconocido. La precisión en su elaboración indica el uso de herramientas avanzadas, desafiando la idea de que la región carecía de escritura propia antes de la llegada del cristianismo.

El Lago Bashplemi, un área poco explorada arqueológicamente, ha resultado ser un punto clave de actividad en la Edad del Bronce y el Hierro temprano. Se han hallado fragmentos de cerámica, obsidiana y morteros de piedra, lo que refuerza la teoría de que fue un centro de interacción cultural. La tablilla, con caracteres dispuestos en siete líneas horizontales, presenta similitudes parciales con sistemas proto-kartvelianos y semíticos, aunque sin encajar plenamente en ninguno. Este hecho sugiere que podría tratarse de un lenguaje local independiente o un sistema híbrido influenciado por varias culturas.

El propósito de la inscripción sigue siendo un enigma. Se han propuesto hipótesis que van desde registros administrativos hasta textos religiosos. Su semejanza parcial con escrituras de Oriente Medio e Iberia Occidental sugiere posibles conexiones comerciales o culturales no documentadas hasta ahora. La falta de evidencia previa sobre escritura en el Cáucaso ha sido un obstáculo para los historiadores, pero este hallazgo plantea la posibilidad de que haya existido una tradición escrita local cuyos registros se hayan perdido a lo largo del tiempo.

El equipo confirmó la autenticidad de la tablilla mediante análisis geológicos y microscópicos, que mostraron signos de desgaste y limpieza reciente por parte de lugareños sin conocimiento de su importancia. La sofisticación técnica de los grabados refuerza la idea de que sus creadores tenían habilidades avanzadas y acceso a herramientas especializadas.

POR  
MIGUEL ÁNGEL  
SABADELL  
Astrofísico



## CUANDO LA TIERRA SE VISTIÓ DE BLANCO

A MEDIDA QUE CRECE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA CUBIERTA DE HIELO Y NIEVE AUMENTA EL ALBEDO, LA CANTIDAD DE LUZ QUE REFLEJA UN PLANETA. EN EL MOMENTO QUE EL HIELO SUPERE UNA LATITUD CRÍTICA EL PLANETA SE CONGELARÁ.

**H**agamos el ejercicio de imaginar que nos encontramos en un planeta helado, completamente cubierto por una capa de hielo que alcanza el kilómetro de espesor y con una temperatura media de 40 grados bajo cero. Nos vemos rodeados de una extensión plana de brillante color blanco que relumbra con los rayos del sol en un cielo sin apenas nubes. Existe oxígeno libre en la atmósfera lo que indica que debe haber seres vivos fotosintéticos, seguramente refugiados en el fondo del mar cerca de los volcanes submarinos, o en ciertos lugares del fondo de los océanos donde la lava del interior se escapaba por una grieta, buscando algo de calor.

**ESTE RETRATO DE LO QUE PODRÍA SER UN PLANETA ALIENÍGENA** no debería parecernos tan extraño pues, según los científicos, así era la Tierra hace 750 millones de años: fue el fenómeno de *Snowball Earth*, la llamada Tierra Bola de Nieve.

Todo comenzó en la década de los 1960, cuando los geólogos empezaron a descubrir las primeras pruebas de una tremenda glaciación en el pasado. Los datos que lentamente se iban recogiendo indicaban que cerca del final de la llamada era Neoproterozoica (que abarca de hace 1000 millones a 543 millones de años) los glaciares se extendían hasta las zonas tropicales. ¿Cómo podía haber hielo bajo el sol ecuatorial? Era algo inconcebible.

En 1964, el geólogo de la Universidad de Cambridge Walter Brian Har-

land postuló que nuestro planeta había pasado por una edad del hielo en el Neoproterozoico. De hecho, había encontrado depósitos glaciares de esa época prácticamente en todos los continentes, pero nadie le hizo caso. Curiosamente, por aquellos mismos años los físicos de la atmósfera estaban desarrollando modelos matemáticos del clima terrestre. Mijail I. Budyko, del Observatorio Geofísico de Leningrado, descubrió que no era tan difícil que el planeta entero se congelase. De hecho, si la Tierra se iba enfriando y el hielo hacía acto de presencia, en el momento en que este alcanzara una cierta latitud crítica el enfriamiento se retroalimentaba, de modo que podía llegar a congelarse todo el planeta. El porqué a esta situación debemos buscarlo haciendo bien las cuentas del balance de energía de la Tierra (algo así como el balance de euros de nuestras cuentas bancarias, entradas y salidas). De toda la radiación que nos llega del Sol, un tercio es devuelto al espacio por las nubes y los otros dos tercios son absorbidos por la atmósfera y la superficie, que se calienta. Ahora bien, cuanta

mayor radiación sea devuelta al espacio, menos absorberá la superficie y la Tierra se enfriará.

**AQUÍ ES DONDE ENTRA EN ACCIÓN LO QUE SE CONOCE COMO ALBEDO**, un número que mide la cantidad de luz que refleja un planeta. Así, un albedo de 1 implica que la superficie de un planeta refleja toda la luz que le llega de su estrella, mientras que un albedo de 0 significa que no refleja nada, es totalmente oscuro. El valor del albedo depende, pues, del tipo de materiales que hay sobre la superficie. Y aquí es donde hacen acto de presencia la nieve y el hielo. El agua del mar tiene un albedo bajo, de 0,1, pero el de la nieve es alto, 0,8. Ya empezamos a verlo claro. A medida que aumenta la superficie de la Tierra cubierta de hielo y nieve, el albedo crece y la Tierra se enfría, con lo que se forma más hielo y sigue subiendo su albedo. Con todo esto en mente, el soviético Budyko descubrió que esta retroalimentación se dispararía en el momento en el hielo hubiera llegado hasta una latitud de 30 grados. Superada esta latitud crítica, la congelación del planeta sería inevitable.

Quien empezó a poner las piezas en su sitio fue el experto en paleomagnetismo del Caltech Joe Kirschvink en 1986, cuando marchó a investigar los depósitos glaciares del Neoproterozoico en Adelaida, Australia. Kirschvink demostró que, sin lugar a dudas, había habido hielo muy cerca del Ecuador hace 700 millones de años. En 1992 Kirschvink escribió un artículo donde expuso sus ideas y acuñó el término

A MAYOR RADIACIÓN  
DEVUELTA AL  
ESPACIO MENOS  
ABSORBERÁ  
LA SUPERFICIE

# LA FOTOSÍNTESIS CASI HABÍA DESAPARECIDO Y LAS ALGAS Y BACTERIAS ESTABAN EN LETARGO

de *Snowball Earth*. Convenció a muy pocos: él era un experto en paleomagnetismo y no un geólogo. Entre los pocos que le tomaron en serio se encontraba el geólogo de Harvard Paul Hoffman, que entonces estaba excavando en Namibia, justo en los depósitos glaciares del Neoproterozoico. Allí descubrió que por entonces la fotosíntesis prácticamente había desaparecido. El profundo frío había hecho que las algas y bacterias fotosintéticas entraran en una especie de letargo.

**¿PERO CÓMO SUPERÓ EL PLANETA ESTA CONGELACIÓN TOTAL?** La respuesta estaba en los volcanes, que a pesar del frío seguían enviando dióxido de carbono a la atmósfera. En condiciones normales, la lluvia arrastra este gas a la superficie, que se cuele en las rocas, las cambia químicamente y termina su vida en forma de carbonatos -no solubles en agua y que, por tanto, precipitan en el fondo marino-. Pero con una Tierra congelada no hay evaporación, no hay lluvia y no hay carbonatos. Simplemente, el dióxido de carbono de los volcanes se queda en la atmósfera. Y todos sabemos lo que ocurre si aumentamos el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera... El proceso se aceleró cuando empezaron a descongelarse los océanos y el agua comenzó a evaporarse de nuevo. El vapor de agua es un excelente gas invernadero y unido al dióxido de carbono, hizo que se disparara la temperatura global de la Tierra a más de 40 °C. En escasos centenares de años nues-



Hubo un momento en el que la Tierra era una planeta congelado, la llamada *Snowball Earth*, en la era Neoproterozoica, en la que los glaciares se extendían hasta zonas tropicales. A la izquierda, Joe Kirschvink, experto en paleomagnetismo, que acuñó ese término *Snowball Earth*.

tro planeta pasó de clima más frío jamás conocido al más cálido. Estar sobre la superficie hubiera sido todo un espectáculo: no solo por el deshielo o el aumento de temperaturas, sino porque se pudieron producir tremendas tormentas de lluvia ácida e «hiperhuracanes».

Ahora bien, queda una pregunta por responder, y la más importante: ¿cómo empezó todo? Hoffman apunta a que el culpable fue la tectónica de placas. Cuando se produjo la glaciación se empezaba a desintegrar el supercontinente que comprendía todas las tierras emergidas, Rodinia. De tamaño descomunal, lo más parecido en la actualidad es Australia: una amplia

franja costera de clima más o menos benigno, con lluvias, nieves y sol, y un interior totalmente árido, sin ver jamás una gota de lluvia porque los océanos estaban demasiado lejos. Pero al romperse en pedazos, la lluvia comenzó a caer a mares sobre los continentes, arrastrando el dióxido de carbono de la atmósfera, encerrándolo en los carbonatos y, por consiguiente, enfriando el planeta. De hecho, cálculos realizados por el francés Yannick Donnadieu en 2004 señalan que la ruptura de Rodinia pudo hacer caer la concentración de dióxido de carbono de la atmósfera en más de un factor siete.

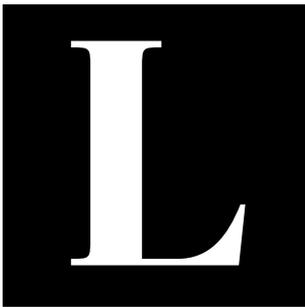
Pero que realmente fuera esa la causa... es otra historia. □

## PRIMEROS VERTEBRADOS TERRESTRES

# LA CONQUISTA DE LA TIERRA

Es tan absolutamente normal ver todo tipo de seres vivos caminando sobre la tierra, volando en los cielos o arrastrándose arraigados al suelo, que resulta casi inconcebible el hecho de que durante poco más de 3000 millones de años solo hubiera vida dentro del agua.

Texto de **MARTÍN CAGLIANI**, antropólogo y divulgador científico



La colonización de la tierra fue iniciada por las plantas hace unos 460 millones de años. Pero, mientras los vegetales y los insectos, primeros representantes animales, se aventuraban en la tierra, el grupo de los animales vertebrados, de los que forma parte el ser humano, todavía seguía muy cómodo en el agua.

Su colonización de la tierra comenzó hace unos 365 millones de años.

Los animales vertebrados son los que tienen una columna vertebral, un esqueleto interno formado por huesos o cartílagos. Los primeros de su tipo eran peces similares a los que hoy en día siguen dentro del agua. Parecería imposible pasar de ese estilo de cuerpo al de un caballo, una tortuga, un ave o un ser humano. Sin embargo, ocurrió, producto de la evolución.

Pero, algo tan simple como empezar a vivir fuera del agua, no es algo que la biología pueda lograr de la noche a la mañana. Respirar en tierra requiere de órganos totalmente diferentes, por ejemplo, a los utilizados dentro del agua. Lo mismo para alimentarse y especialmente para movilizarse.

Cómo fue que esos vertebrados se adaptaron a la terrenalidad, las soluciones evolutivas a las que los llamados tetrápodos arribaron, sentaron las bases de un nuevo tipo de fauna que terminaría colonizando y adaptándose a casi todos los ambientes del planeta. El origen y evolución de los tetrápodos terrestres es uno de los pocos eventos evolutivos en los que una especie

no reemplazó a otra dentro de un ambiente: no había ningún competidor en el entorno al que llegaron, eran los reyes de la colina.

Pero entonces... ¿Por qué los tetrápodos salieron del agua si estaban tan cómodos? ¿Por qué evolucionaron piernas y brazos con manos y dedos, que eventualmente darían forma a las alas de pájaro, a los cascos de un caballo, el pie de un canguro, o la mano de una persona?

## ¿A DÓNDE ESTABAN LLEGANDO?

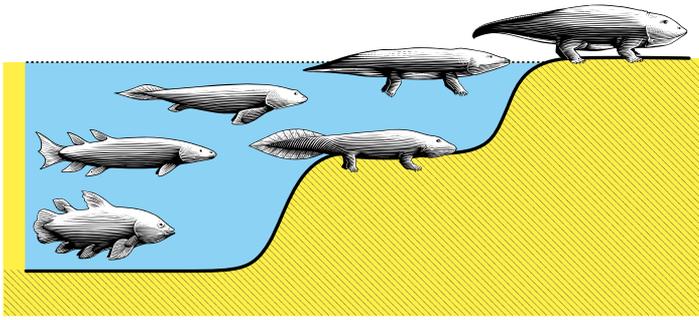
Primero ubiquémonos un poco en espacio y tiempo. Cuando se dice que los tetrápodos colonizaron la tierra, ¿de qué estamos hablando?. Para darnos una idea, los más antiguos de ellos fueron descubiertos en lo que hoy es Groenlandia. Es decir, una de las regiones más heladas del planeta. Pero hace 365 millones de años ese territorio estaba en una latitud muy diferente: en los trópicos.

¿Cómo puede ser esto? Es por la llamada deriva de los continentes. Cada vez que sentimos o escuchamos algo sobre un terremoto, es un signo de que los continentes se están moviendo. O, mejor dicho, las placas tectónicas sobre las cuales están asentados. Lo vienen haciendo desde hace miles de millones de años. Ese movimiento y choques entre las placas ha ido modificando la forma y la ubicación geográfica de los continentes al punto de que hace 365 millones de años no existían los mismos que conocemos hoy en día.

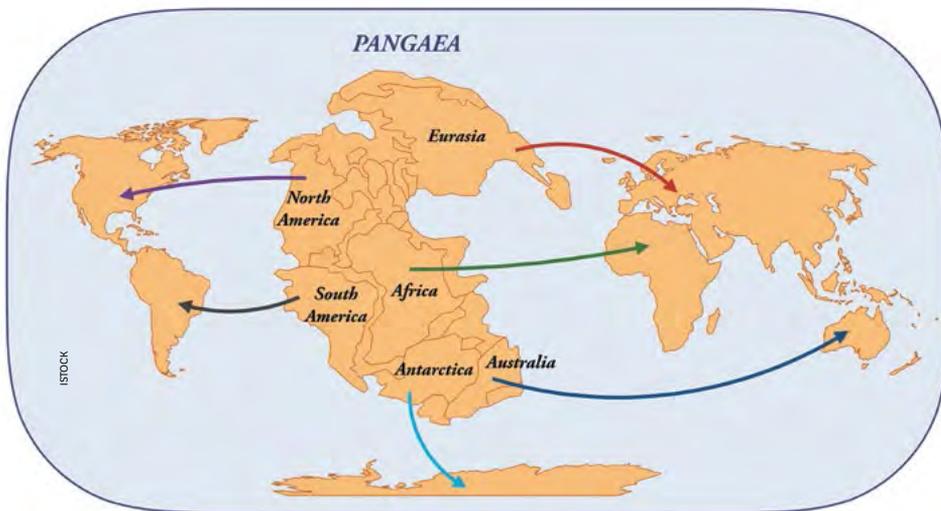
Como ejemplo, en la época en que fuera del agua solo había plantas, lo que hoy es la península Ibérica estaba casi por completo bajo el mar, era la costa de un supercontinente conocido como Gondwana, y estaba en el



ALBUM



El Tiktaalik, un pez de hace 375 millones de años, fue el primer vertebrado en sacar la cabeza de debajo del agua y desplazarse sobre la tierra. Había desarrollado unas paletas con muñecas, palma y protodedos y podía mover la cabeza. Abajo, Pangea, el supercontinente de tierras emergidas por el que se movían los primeros seres sobre la tierra.



hemisferio sur. Sin embargo, en la época en que los primeros vertebrados se aventuraron a tierra, lo que hoy es España, gran parte todavía bajo el agua, se había movido cerca del Ecuador, y formaba parte del supercontinente Pangea.

La mayoría de las tierras emergidas formaban parte de ese supercontinente. Los primeros animales con patas y dedos que caminaron sobre la tierra, conocidos como tetrápodos basales, se cree que vivieron principalmente en las zonas cálidas de ese extraño mundo. Un planeta en el que había menos oxígeno, donde los días eran mucho más cortos, y el sol era mucho menos brillante.

A pesar de todo ello, el momento en el que los primeros tetrápodos caminaron sobre la tierra, fue una época en la que la vida comenzó a proliferar fuera del agua en una especie de explosión evolutiva.

Ya había bosques, y comenzaron a aparecer los ecosistemas donde se fue formando esa estrecha relación entre todos los seres vivos y el entorno que se puede ver en la actualidad. Los nuevos caminantes no se aventuraron a tierra a comer plantas, ya que no había herbívoros entre ellos, se adentraron a comer la gran cantidad de insectos que podían encontrar en las costas de ríos, lagos y lagunas.

### CABEZA DE PLAYA

Fue un pez de hace 375 millones de años llamado Tiktaalik, uno de los primeros vertebrados en asomar la cabeza fuera del agua, y en desplazarse sobre la tierra. Y si bien es de destacar que tuviese unas paletas con muñeca, palma y protodedos con los ales empujar, una de las características más destacables en él era que pudiese mover la cabeza.

Sí, por raro que parezca, hasta la evolución de este lejano ancestro si un pez quería mover la cabeza, tenía que mover todo el cuerpo. Como hacen hoy en día los que quedaron dentro del agua. Tiktaalik no tenía el cuello unido a los hombros. Su cabeza era completamente libre, una organización corporal compartida con los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos, nosotros los humanos entre ellos.

Este cambio se puede rastrear hasta la pérdida de algunos pequeños huesos en un pez como el Tiktaalik, como bien explica el paleontólogo estadounidense Neil Schubin, su descubridor, en el libro *Tu pez interior*.

La evolución había adaptado a Tiktaalik para navegar por arroyos o estanques poco profundos. Sus aletas eran capaces de soportar el cuerpo, mientras pasaba de un estanque a otro, o se movía entre el lodo de aguas muy someras. Pero de hecho, para ver caminadores reales habría que esperar unos 10 millones de años más.

Los más antiguos representantes de los tetrápodos son las especies conocidas como *Acanthostega* e *Ichthyostega*. Ambas fueron descubiertas en lo que hoy es Groenlandia, que hace 365 millones de años estaba en una latitud tropical, con un clima monzónico al estilo del de algunas regiones actuales de América del Sur o África central, conformando una extensa cuenca de ríos y lagos.

**Desde el Tiktaalik, para ver caminadores reales, habría que esperar unos 10 millones de años más**



A la izquierda, representación de un Tiktaalik, con sus paletas, palma y protodedos para poder empujar y con movimiento de cabeza. A la derecha, reconstrucción de un *Ichthyostega stensioei*, un tetrápodo que ya tenía patas con siete dedos.



Pero como explica la reconocida paleontóloga Jennifer Clack en su libro *Gaining Grounds*, *Ichthyostega* y *Acanthostega* eran dos tipos de animales diferentes, no muy relacionados entre sí y adaptados a ser terrestres de formas distintas. Si bien eran contemporáneos, cada uno explotaba un ambiente particular. Esto muestra que los tetrápodos, desde sus inicios, ya eran muy diversos, tanto en su forma corporal, como en su estilo de vida.

*Ichthyostega*, por ejemplo, podríamos compararlo con un elefante marino moderno. *Acanthostega* era más pequeño, más parecido a una salamandra actual, y al contrario de su contemporáneo, era casi totalmente acuático. En lo que sí se parecían es en que ambos eran cazadores, carnívoros, y más importante todavía, los dos tenían brazos con dedos capaces de soportar su peso en tierra.

### ¿POR QUÉ DEJAR LA TRANQUILIDAD DEL AGUA?

Al salir del agua a caminar por las márgenes de ríos, lagos y lagunas, esos primeros tetrápodos no estaban imbuidos del espíritu explorador de un Cristóbal Colón. La misma naturaleza los llevó a abandonar su espacio ancestral. El agua no era lo tranquila que uno podría imaginarse. Virtualmente, cada pez que nadaba en esos ríos, lagos y lagunas, era un depredador buscando su próxima comida. Algunos de ellos tenían casi cinco metros de largo, el doble que Tiktaalik. Así es que la presión evolutiva llevó a cierto tipo de peces a explotar esos nuevos ambientes costeros donde no solo había menos peligro de ser comido, sino que la competencia por el alimento era casi inexistente.

*Acanthostega* es el que más pistas aporta sobre cómo fue esa adaptación a caminar por las riberas. Los primeros brazos con dígitos, o dedos, se cree que evolucionaron para adaptarse a otra funcionalidad, antes de servir para soportar el peso de un animal en tierra, como bien explica Clack en su libro. Existen muchas hipótesis de para qué podrían haber servido dentro del agua, como aferrarse o apoyarse en la vegetación del fondo del agua, para poder mantener la posición dentro de una corriente, o moverse lentamente por

un fondo sin vegetación. Usar esos brazos con manos y dedos en tierra derivó en una adaptación que aportó muchos más frutos. Y es que en las riberas no había competidores vertebrados, solo los invertebrados como artrópodos e insectos, que podrían ser una muy buena fuente de comida. Y al parecer, un efecto secundario de alimentarse en tierra, es que ayuda a una mejor digestión, que dentro del agua sería más lenta.

### ¿CÓMO SE EXPANDIERON POR EL MUNDO?

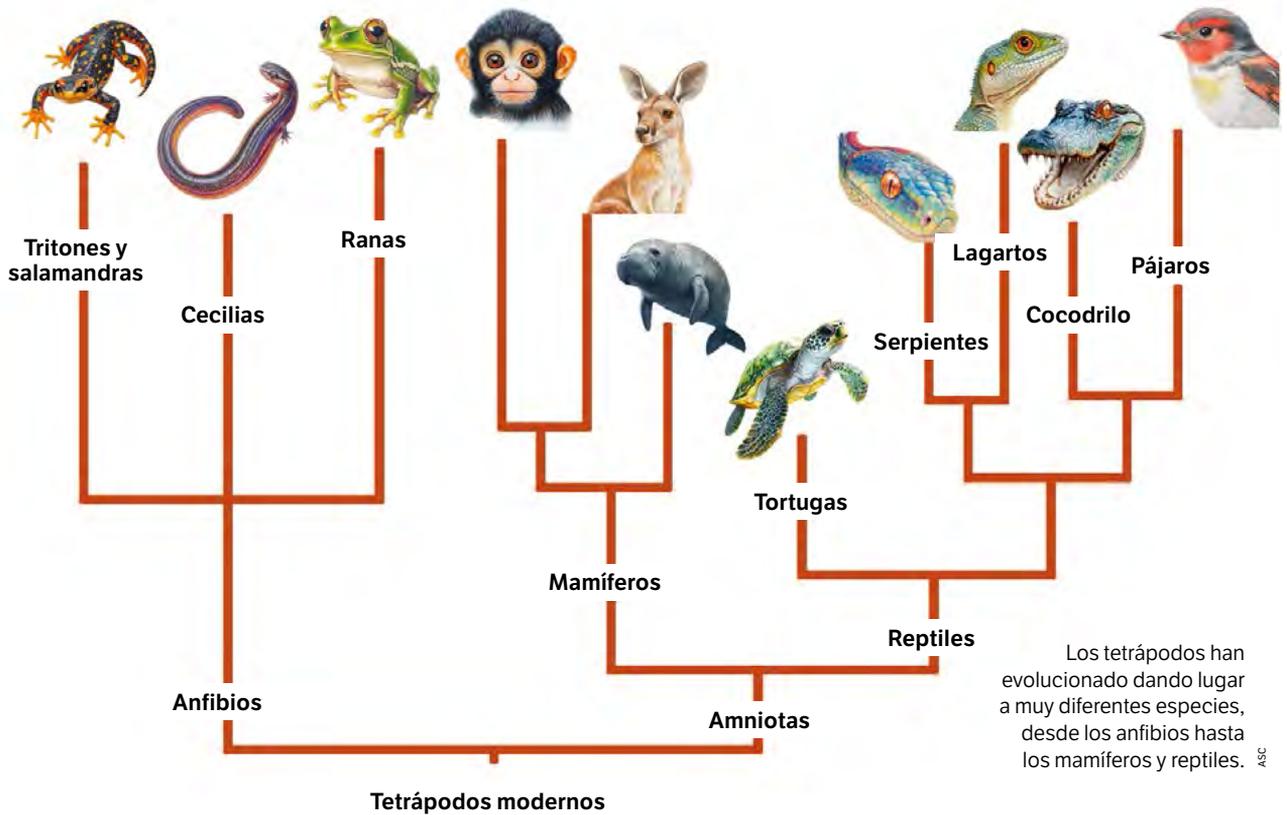
Unos cinco millones de años después de la aparición de nuestros amigos *Acanthostega* e *Ichthyostega*, el planeta se vio asolado por una extinción en masa, de la cual no se conoce con certeza la causa, pero sí sus consecuencias. Desaparecieron miles de especies, tanto marinas, como terrestres.

Los tetrápodos no solo sobrevivieron, sino que salieron airoso. Se expandieron y se volvieron más numerosos. Después de este evento llegó la época en que se dió inicio a la colonización de diferentes ambientes terrestres, no solo de las costas. Comenzó a verse una gran variedad de cuerpos de estos caminantes, que explotaban diferentes nichos ecológicos. Y aparecieron tetrápodos herbívoros. En esta época, las manos con muchos dedos desaparecieron, volviéndose dominantes la de cinco dedos.

Esa expansión la llevó adelante un nuevo tipo de tetrápodos: los amniotas, que actualmente están representados por reptiles, aves y mamíferos. Su principal ventaja fue el llamado huevo amniótico, que al tener membranas y estructuras duras, lo protegía del ambiente a la vez que nutría al embrión en desarrollo. Esto les permitió independizarse del agua para la reproducción, que a su vez habilitó la colonización de nuevos hábitats. Fue el disparador de una radiación adaptativa sin precedentes y a la diversidad de reptiles, aves y mamíferos que hoy en día pueblan nuestro planeta.

### LOS ÚLTIMOS DE LOS PRIMEROS

Uno de los grandes problemas de la actualidad es que se cuenta con pocos fósiles que muestren qué sucedió



## Los tetrápodos saldrían ilesos de la gran extinción en la que desaparecieron miles de especies marinas y terrestres

con los primeros caminantes, los llamados tetrápodos basales. Sus descendientes se extendieron por el mundo, pero se creía que ellos se habían mantenido en zonas tropicales y subtropicales, y que eventualmente se habían extinguido. Pero un fósil muy completo descubierto recientemente vendría a echar por tierra esa teoría. Se trata de *Gaiasia jennyae*, un fósil descubierto recientemente en lo que hoy es Namibia, África. Es el representante más joven de esos tetrápodos basales, con 280 millones de años de antigüedad. Pero, es el más desubicado geográficamente.

La región en la que fue encontrado, en los tiempos

en que *Gaiasia* vivía y caminaba, estaba muy al sur en una región conocida como Gondwana, donde el clima era mucho más frío, similar al de la Patagonia actual.

«*Gaiasia* tira por tierra muchas hipótesis sobre la evolución de los tetrápodos basales, que se creía que solo habían habitado en zonas tropicales, y que se habían extinguido hace unos 300 millones de años», contó a Muy Interesante la paleontóloga Claudia Marsicano, descubridora del fósil, investigadora de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

«Lo que nos dice este fósil es que, ya desde sus inicios, los tetrápodos se adaptaron a climas y regiones diferentes. No se quedaron sentados en los trópicos, sino que se diversificaron, y se esparcieron por los continentes. Evolución que continuaría en los amniotas de la actualidad», concluyó la paleontóloga.

Un pez que se arrastraba por la vera del río abrió el camino a que la evolución generase una miríada de adaptaciones a diferentes climas y biomas, que desembocaría en decenas de miles de especies diferentes que van desde un cocodrilo, a un elefante, de un gorrión a un canguro, o de una pequeña ardilla a una persona. □



El esqueleto más completo de *Gaiasia*, un enorme depredador, incluye un cráneo y una columna vertebral.

# MARAVILLAS SAGRADAS

CON DENNIS QUAID



NUEVOS EPISODIOS  
LUNES, 22:00

**H**  
HISTORIA

# FUE NUESTRO UNIVERSO DISEÑADO para albergar la vida?

Desde los años ochenta del siglo pasado, cosmólogos, físicos y filósofos han debatido sobre el problema del ajuste fino del universo, el desafío de entender por qué algunas constantes elementales de la física parecen estar ajustadas para producir la vida.

---

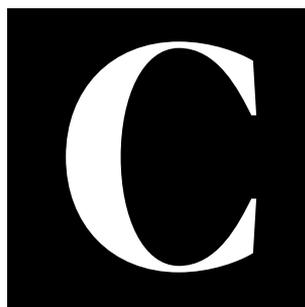
Texto de **JAVIER RADA**, periodista

ENLACE AL CANAL

[x.com/byneontelegram](https://x.com/byneontelegram)

O escanea el código QR:



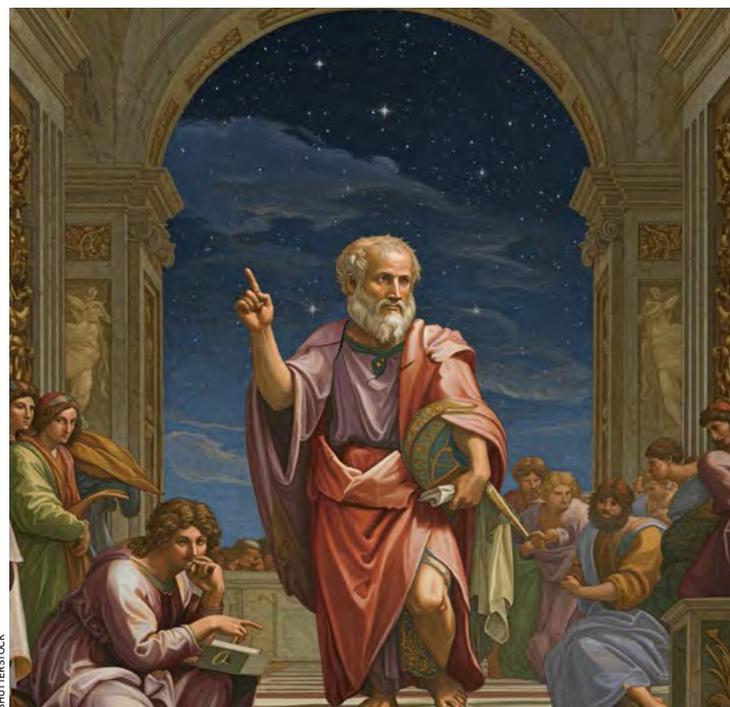


ontemplaron el cielo y llamaron al mundo Belleza, pues había armonía en él. Dicen que fueron los griegos los primeros en gritarlo a los cuatro vientos etesios: en el universo había un orden (en su lengua, orden se decía *kosmos*), y, por tanto, tendría que haber una razón (*logos*) que lo explicara. En aquellas costas milesias (co-

lonias situadas hoy en la actual Turquía, donde nació la filosofía occidental), se armaron además con otra palabra de poder. Dijeron *thauma*, que puede traducirse por asombro o maravilla. Y gracias a ese asombro – en el que Aristóteles situó la fuente del conocimiento–, se dieron cuenta de que vivimos en un lugar muy extraño...

Seguramente los griegos no fueron los primeros en pronunciar este misterio, y no han sido desde luego los últimos en querer descifrarlo. ¿Cuál es la probabilidad de que estemos hoy aquí, haciéndonos estas preguntas en una barriada de la Vía Láctea? ¿Qué hace que ciertas constantes, los parámetros elementales, absolutos y eternos, tengan el valor que tienen y que esto nos permita preguntarlo?

Más de veinte siglos después, seguimos asombrados bajo las estrellas y con nuevas preguntas. Hoy es la ciencia –a la que aquella filosofía amamantó como una loba en constante aullido de gozo– la que nos asegura



Aristóteles, en la Escuela de Atenas, y otros filósofos griegos, ya se preguntaron por la razón de que exista un orden en el universo y ese asombro o *thauma* les llevó a estudiarlo.



El desafío es comprender por qué nuestro universo tiene unos datos determinados y no otros, es como si alguien los hubiera puesto ahí, lo hubiera ajustado conforme a unos parámetros.

ISTOCK

que habitamos en un lugar improbable. Nos amamos y peleamos en un universo tan raro como un perro verde que se inflase en menos de un segundo (teoría de la inflación cósmica) tras un *big bang* (la teoría de la formación del universo más aceptada). Habitamos un lugar en el que algunas de sus constantes o números elementales parecen estar finamente ajustados, a veces hasta ciento veinte órdenes de magnitud de lo que podríamos esperar por las predicciones más básicas. Un lugar que se escapa otra vez de ese *logos* o sentido que, como los griegos, aún creemos que puede explicar este universo y quizás otros (si la teoría de los multiversos realmente fuera correcta).

Este es un problema que mantuvo despierto por las noches a físicos de la talla de Richard Feynman, uno de los científicos más relevantes del siglo XX. Es el problema del ajuste fino del universo, o por qué nuestro cosmos parece como si hubiera sido diseñado, ajustado para albergar una vida que se asombre de él (es lo que proclama el principio antrópico). Volvamos entonces a bañar nuestros pies en aquella costa milesia donde empezó todo. Volvamos a asombrarnos de nuevo...

Desde los años ochenta del siglo pasado, desde que nobeles de física, como Steven Weinberg, trataran el asunto del principio antrópico, algunos cosmólogos y físicos reconocen sentirse intriguados. «Es un quebradero de cabeza, es algo para lo que no hay una respuesta clara y desde luego es muy intrigante», explica José

María Diego, astrofísico investigador del CSIC. El debate del ajuste fino se centra en que las constantes de la física están aparentemente ajustadas para que tengan unos valores que hagan posible la vida. «Postula que si los valores de la carga del electrón, o de la velocidad de la luz, u otras constantes fuesen distintos, no sería posible la vida en el universo», explica Martín López Corredoira, investigador en el Instituto Astrofísico de Canarias. Y este es el desafío, porque, a falta de nuevos datos, no sabemos por qué tienen estos valores. Es como si alguien los hubiera puesto allí.

Eso dicen los datos en bruto (*bare constants*) que medimos en las ecuaciones. «Casi cualquier variación en las leyes de la naturaleza da lugar a un universo en el que no se forma complejidad, se desmorona la estructura, y es curioso», explica el filósofo de la ciencia Francisco José Soler. El conflicto está en la interpretación de esos datos. ¿Es esto la evidencia de que algo diseñó nuestro mundo? Para

responder a este enigma, algunos postulan que es obra de una inteligencia superior, como si fuera el Dios de Newton, el gran relojero que ajustó los parámetros; otros, para rebatirlo, formulan teorías que hablan sobre un número incontable de universos (multiverso); los demás prefieren señalar a nuestra ignorancia o proponer nuevos caminos: quizás no estemos observando correctamente las constantes (los últimos datos del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), o los extraídos de extensísimos catálogos de galaxias, podrían ir en esta dirección). «En este debate han participado muchos cosmólogos, pero siempre desde un punto de vista podríamos decir que más filosófico, porque es un poco especulativo, y hay también un poco de megalomanía, pues parte de creer que entendemos lo suficiente el universo hasta el punto de especular cómo sería en otras condiciones», asegura López Corredoira.

En general, a los científicos no les gusta hablar de diseño, y menos de teología o de teleología (es decir, que haya una orientación o un propósito, tal como señala el principio antrópico al señalar la vida). «Hay diversas especulaciones. Desde el punto de vista religioso, sería una especie de ajuste inteligente. La otra idea predominante es la del multiverso, que dice que se dan en realidad todas las posibilidades, que existirían muchos universos con todas las constantes posibles, y que nosotros simplemente estaríamos en este, en el que es posible la vida y la vida consciente», explica López

**Para algunos el mundo es obra de una inteligencia superior, el Dios de Newton, el gran relojero que ajustó los parámetros**

Corredoira. Con los multiversos excluimos un objetivo o un diseño. Al existir tantas posibilidades, sería natural y lógico que en unos pocos de estos casi infinitos universos se dieran justo las constantes que hicieran posible la vida. El problema es que no hemos podido observar ninguno de esos hipotéticos universos, y las teorías que los han propuesto, como la de cuerdas o la de supersimetría, se han mostrado de momento impotentes en las observaciones empíricas.

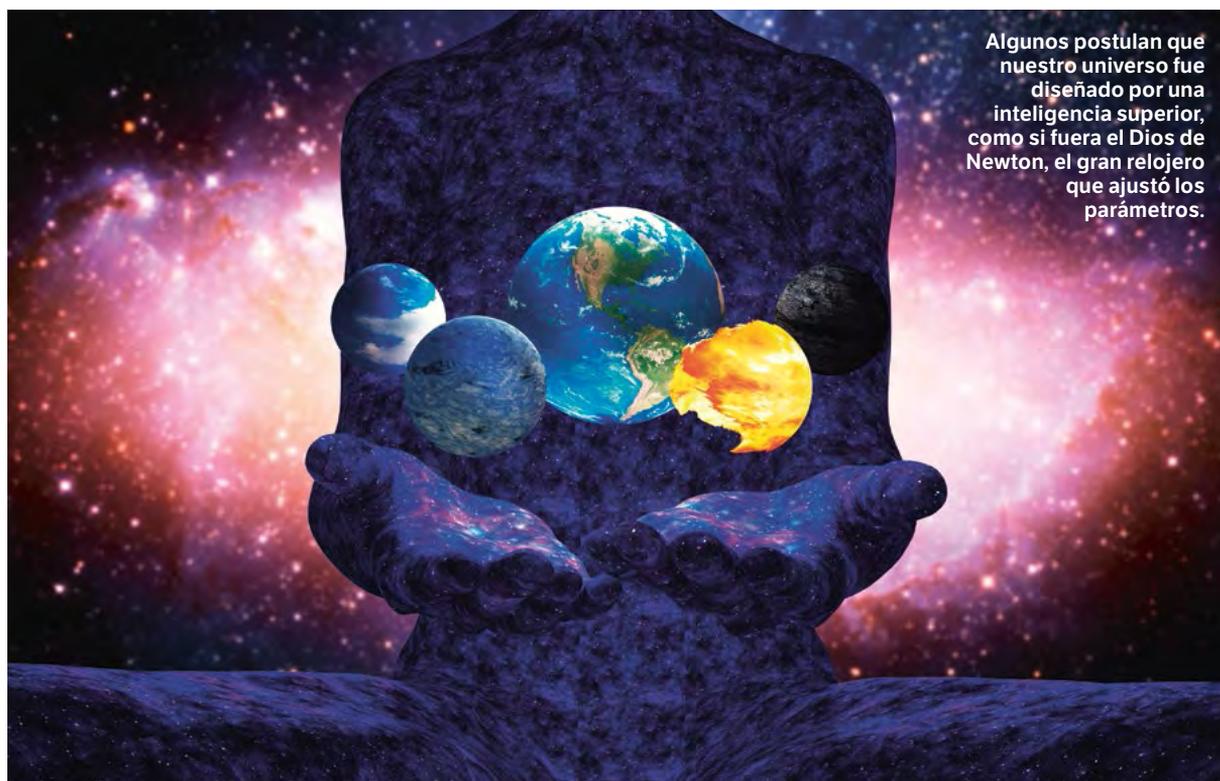
### CONSTANTES MUY PRECISAS

A falta de encontrar otros mundos, en los datos puramente observacionales, sí percibimos que algunas de las constantes fundamentales de nuestro universo, las 'rueditas' que marcan el valor exacto que lo han sintonizado (si usáramos, como usan a veces los físicos la metáfora de un transistor) parecen ser muy precisas, como si estuvieran en el dial exacto y el mínimo roce enturbiara la locución de la vida. «Y esto es muy raro, y en cierto modo se puede decir que es una especie de elefante en la habitación de la física que se ha ido percibiendo cada vez más a lo largo del siglo xx, que está allí, y no sabemos que hacer muy bien con él», alega el filósofo Francisco José Soler.

Hablamos de la constante de la velocidad de la luz, de la gravedad, de la de estructura fina... Y justo estos parámetros supuestamente afinados son los que determinan además cosas verdaderamente importantes, como la victoria de la materia frente a la antimateria (o por qué hay materia en el universo y no antimateria

por uno de estos ajustes finos en la asimetría bariónica), o la naturaleza de las galaxias y de los sistemas planetarios, o la estructura de los átomos y de moléculas tan importantes para la vida como el carbono (en el que intervienen nada menos que dos de estos ajustes finos o resonancias). La posibilidad, en definitiva, de la vida depende de unos números que parecen esotéricos, pues, a veces pequeños y muy exactos, permiten poca variación en las simulaciones. «Los datos que nos llegan en experimentos en altas energías, como en el LHC, y en las teorías en las que nos basamos para hacer predicciones, parecen estar ajustados, efectivamente, y la pregunta es entonces lícita, ¿por qué aparecen estos ajustes finos?», explica Juan García-Bellido, cosmólogo teórico y físico de partículas, quien en seguida advierte que no cree que esto signifique en absoluto que el universo esté por ello diseñado, pues «solo vemos un universo, y solo alcanzamos a ver una región finita del mismo».

Pero el verdadero problema, reconoce, no es una constante en cuestión, que tal vez pueda resolverse en unos pocos años, como apunta igualmente Diego, sino que parecen haber demasiados de estos ajustes finos. ¿Por qué la masa del electrón, por ejemplo, vale lo que vale? «Eso todavía no lo sabemos, ¿podría ser totalmente aleatorio? La respuesta podría ser sí, pero entonces no veríamos el universo que vemos, parece que hay una correlación importante entre estas constantes, como el hecho de que los átomos tengan un cierto tamaño, que las moléculas puedan formar es-



Algunos postulan que nuestro universo fue diseñado por una inteligencia superior, como si fuera el Dios de Newton, el gran relojero que ajustó los parámetros.

ISTOCK

# Si modificas un poco las 'rueditas' no hubiera habido ningún Tales de Mileto señalando al cielo vacío

estructuras, que pueda haber planetas y moléculas que puedan generar una vida que se pregunte por qué estamos aquí», dice García-Bellido.

## LA GRAVEDAD

Por ejemplo, desde el punto de vista de la astrofísica, la gravedad es algo que no entendemos bien. «De todas las fuerzas que hay en la naturaleza - aunque no sea exactamente una fuerza como las otras - es la más débil. ¿Y por qué es tan débil? ¿Por qué no podríamos vivir en un universo donde la gravedad fuera un poco más fuerte?», se pregunta Diego. Solo variando esta constante a un factor de dos o tres en las simulaciones que se realizan con superordenadores, y podemos olvidarnos de tener este universo: planetas que colisionarían con su estrella o que, por el contrario, desaparecerían en el espacio sin órbita. «Y esto te lleva a cuestionar por qué el nivel de ajuste de algunas de las constantes es tan delicado», añade Diego. Si la gravedad no fuera así las estrellas serían pequeñas, formarían casi todas agujeros negros. Si modificas un poco las 'rueditas', no hubiera habido ningún Tales de Mileto señalando el cielo vacío. Los números que amó Pitágoras estarían atrapados en el manicomio de un agujero negro.

Si obviamos que existan otros universos, la probabilidad de que se haya llegado a este equilibrio de múltiples ajustes finos por sí solo, por mero azar, aunque no imposible, parece muy, muy difícil. «Al sumar unos y otros, la probabilidad de tener un universo con una estructura compleja es ínfima, y sin embargo, tenemos un universo con todo tipo de complejidades», afirma Soler. Tanto que los científicos y filósofos necesitan recurrir a unas metáforas que deben prestar a la primera forma de sabiduría antigua: la poesía. Sería, aseguró el filósofo John Leslie, como si un pelotón de fusilamiento con cincuenta tiradores de precisión no acertara en el objetivo. ¿Posible? Sí, pero extraño, especialmente para el que sobrevive. Sería como si lanzáramos un millón de lapiceros al aire, explica Diego, y solo uno de ellos quedara perfectamente de pie, en equilibrio, sujetándose por su punta en el suelo. Son metáforas, pues, como asegura Soler, no lo podemos calcular porque desconocemos si hay una distribución de probabilidades y si hay unas estructuras que sean más probables que otras. «Pero si uno tuviera que apostar, no apuesta», concluye.

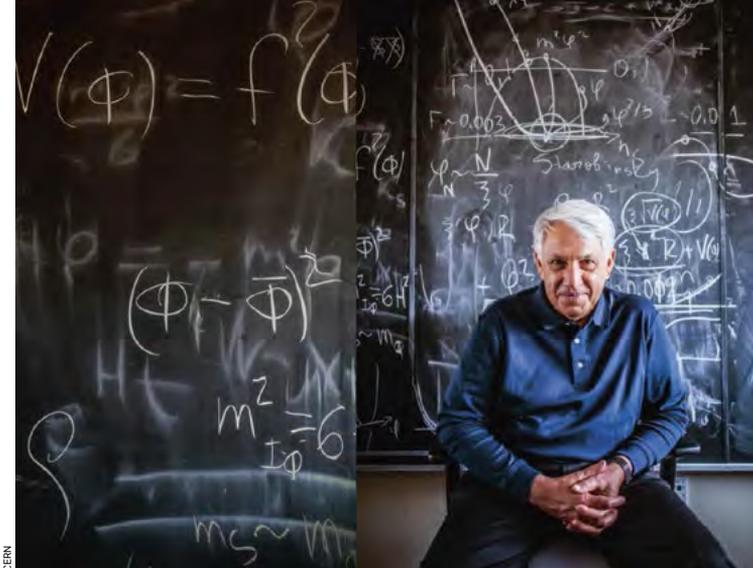
Y es aquí es donde estamos, en un increíble lapicero de pie, y al que además le gustan las excentricidades matemáticas, como que aparezca el número 137 repetido en variopintos lugares y, de nuevo, de un modo aparentemente arbitrario. El 137 es un número peculiar en física, una magnitud moderadamente débil que aparece en algunas mediciones, como, por ejemplo, en

determinados contextos de la constante de estructura fina - que marca las interacciones electromagnéticas y la formación de los átomos, entre otras cosas - o en el modelo de Bohr. Por eso uno de los padres de la teoría de la inflación cósmica, Andréi Linde, afirma, no sin cierta ironía, que es que como si algo hubiera intervenido en el universo, dejando patrones, mensajes ocultos, y Linde ya no habla entonces de Dios, sino de un «físico hacker».

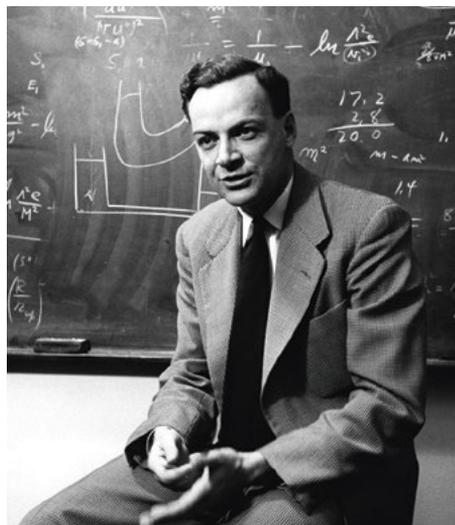
Aparentemente estas constantes no han cambiado en el universo. «Tenemos unas leyes de la física que necesitan unas constantes y que las podemos medir, y hasta allí es lo que sabemos», apunta López Corredoira. Puede que sea absurdo, como dice, jugar con 'universos de juguete' en superordenadores para ver qué ocurriría si la velocidad de la luz fuera el doble de lo que es. «Es una visión pitagórica del universo, en la cual se cree que el universo es pura matemática, y que podemos jugar con las constantes», señala. Y puede, por otra parte, que nos falten por comprender dinámicas que quizás estén obrando por debajo de este tablero, como, por ejemplo, que las constantes no fueran tan constantes, absolutas e inmutables, después de todo.

Es lo que propone García-Bellido, que vayan evolucionando junto al universo. El problema es que no se puede reproducir la película de la historia del cosmos de nuevo. Pero quizás, en el campo de física de partículas, por ejemplo, la masa del Higgs o la constante cosmológica «no se traten de ajustes finos, a lo mejor hay detrás una dinámica que no entendemos», explica García-Bellido. En el pasado, algunos parámetros que creímos que eran ajustes finos terminaron siendo la forma más natural de comportarse el universo tras una observación. Nuevos indicios en datos recientes, como los del Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI), en relación a la constante cosmológica, que parece muy ajustada y está relacionada con la energía del vacío, «han mostrado que esa densidad de energía que está generando el universo parece no ser constante, y eso es un enorme resultado», dice. Si se confirmase, cambiaría la forma de entender la evolución del universo reciente. Sería más bien una dinámica, como un campo escalar que evolucionara muy lentamente.

Quizás nuestro universo sea mucho más dinámico de lo que aparenta entonces, y podría comportarse, tal como señala García-Bellido, de algún modo más cercano a la biología. Se trata de llevar la teoría de Darwin al espacio exterior e interior. Es, por ejemplo, verdaderamente extraño, y desafía toda probabilidad, que un simple primate haya llegado a preguntarse esto mismo, pero la teoría de la evolución nos lo explica sin la necesidad de ningún ajuste fino, gracias a la dinámica de la selección natural.



Andréi Linde, a la izda., afirmaba que es como si alguien hubiera intervenido en el universo dejando patrones. A la dcha., el físico teórico Richard Feynman.



«Desde el punto de vista físico, yo creo que se va a quedar abierto el problema», apunta Soler, quien reconoce encontrar una mejor explicación en la tesis del diseño, al menos desde un punto de vista filosófico. «Es la explicación más sencilla», concluye. «En muchas de estas constantes no hay respuesta todavía satisfactoria, pero yo confío en la ciencia», alega Diego. Se dice que el físico Feynman recomendaba a sus colegas tener visible el número 137 en sus despachos para recordarles lo que todavía no conocían acerca del universo. Hoy sabemos que no todo proviene del agua o del aire, como defendían los primeros griegos. «Ahora las preguntas que nos hacemos son muy distintas, pero siguen siendo intrigantes», concluye Diego.

Acaso la única constante sea la de estos primates extraños. Una energía particular, una resonancia en sus corazones que ha levantado su ciencia y tecnología, la que aún los sienta frente al atardecer de una costa milesia o no. Esa constante, querido Aristóteles, sigue siendo  $C$  (conocimiento) =  $Thauma^2$ . Es el cielo, es la maravilla, el asombro, es por lo que seguimos llamando a este mundo Belleza, a pesar de todo.

### EL PRINCIPIO ANTRÓPICO: TODO POR LA VIDA

Toda la problemática de los ajustes finos del universo está muy relacionada con el llamado principio antrópico. Aunque la idea inicial puede remontarse a físicos como Paul Dirac o Brandon Carter, fueron John D. Barrow y Frank J. Tipler los primeros en desarrollarlo ampliamente en su libro *The Anthropic Cosmological Principle*. El razonamiento antrópico estipula que si el universo no fuera como es no estaríamos aquí, pues parece ajustado para la vida. Este principio suele dividirse en tres subtipos: el débil, el fuerte, y el superfuerte. El débil sería meramente descriptivo y hasta de Perogrullo. Observamos este universo porque tiene las condiciones necesarias para que lo podamos observar. El principio antrópico fuerte va un paso más allá, y hace hincapié en que todo parece estar configurado en el universo para que aparezca la vida consciente. El superfuerte, la versión

más extrema, dice que el universo permite no solo vida inteligente, sino la aparición de civilizaciones interestelares. «Predice que el universo permitirá que la vida inteligente se expanda por el cosmos», apunta el cosmólogo José María Diego. La idea general, por ejemplo, es que es muy difícil alcanzar otras estrellas debido a una cuestión de distancia. Llegar a una estrella cercana puede costar miles de años. Pero las leyes de la física tienen, en principio, atajos. Esto se debe a la teoría de la relatividad, que predice que si consigues aproximarte lo suficiente a la velocidad de la luz, aunque nunca se pueda superar, algo que en principio no es imposible, el tiempo que experimentarían los tripulantes de esa nave sería muy distinto al que experimentaríamos en la Tierra.

Eso significa que aunque el viaje desde la perspectiva terrícola fuera de miles de años, en la perspectiva biológica de las personas que van en la nave no llegaría a una decena de años. «Podrías viajar un millón de años en diez años, porque para la gente de la nave serían solo diez años, aunque en el resto del universo sí habría transcurrido el millón de años», apunta Diego. Esto no es exactamente un ajuste fino, pero sí otra 'curiosidad' que permiten las leyes fundamentales.

«El principio antrópico no me gusta porque puede significar nada o mucho», apunta el filósofo Francisco José Soler. «Es un principio cuestionable, pero lo que no es cuestionable es si son los ajustes finos o los datos que observamos, porque están allí», añade. A la pregunta de si el universo fue diseñado bajo la idea de un principio antrópico muchos físicos, sin embargo, responden negativamente. «Yo creo que no, el universo no ha sido diseñado. Después de varias décadas, me he llegado a convencer de que los argumentos antrópicos realmente no son científicos, son filosóficos», asegura el físico de partículas Juan García-Bellido. «Hasta donde sabemos las constantes son constantes, valga la redundancia, y ponerse a jugar y especular sobre cómo sería el universo si fuesen variables ajustables es hablar por no estar callado», concluye el cosmólogo Martín López Corredoira. □

CIENCIA  
CUÁNTICA Y

# CONSCIENCIA

Para los físicos ortodoxos, relacionar la teoría cuántica con la mente y la consciencia está fuera de lugar. Sin embargo, muchos autores han hallado una misteriosa conexión entre el mundo intangible de las partículas y el reino inmaterial de la psique. ¿Qué hay de cierto en ello?

---

Texto de MIGUEL ÁNGEL SABADELL, astrofísico





Algunas teorías afirman que podríamos tener efectos cuánticos en sistemas biológicos a temperatura ambiente. Otras proponen que el universo nació de un único momento cósmico de consciencia.

ISTOCK

# E

n 1958 Salvador Dalí hacía público su *Manifiesto de la antimateria*: «Durante el período surrealista, he deseado crear la iconografía del mundo interior, el mundo de lo maravilloso, de

mi padre Freud; lo he logrado. En la actualidad, el mundo exterior –el de la física– ha trascendido al de la psicología. Mi padre, hoy, es el doctor Heisenberg. Con los piones y los más gelatinosos e indeterminados neutrinos deseo pintar la belleza de los ángeles y de la realidad». Sin darse cuenta, el genio de Figueras acababa de unir dos de los grandes misterios de la ciencia moderna: la mente y la teoría cuántica.

A los físicos ortodoxos esto les hace sentir incómodos pues les parece una extrapolación no justificada. A pesar de todo, durante el último medio siglo la misteriosa conexión entre la física cuántica y la consciencia humana se ha convertido en un tema recurrente. Diversos autores han encontrado –o creído encontrar– una relación irresistiblemente convincente entre el mundo intangible de las partículas subatómicas y el reino inmaterial de la consciencia y el espíritu. Esta búsqueda comenzó en 1975 fuera del ámbito de la investigación con la publicación del libro *El tao de la física*, de Fritjof Capra, y siguió en 1979 con *La danza de los maestros de Wu Li*, de Gary Zukav.

No es de extrañar que algo así sucediera, habida cuenta de que uno de los dos problemas filosóficos más difíciles de la ciencia contemporánea es el de la realidad cuántica. ¿Qué sucede en la realidad física subyacente a las predicciones de la mecánica cuántica? Sabemos que todo sistema cuántico queda totalmente descrito por su función de onda, cuya evolución se rige por la ecuación de Schrödinger. Pero para obtener un estado definido debe producirse su colapso, que sucede cuando se realiza una medición. ¿Pero qué significa medir en la teoría cuántica? ¿Alguien tiene que decidir hacer una medida para que la función de onda colapse?

## LA CONSCIENCIA

El otro gran problema es el de la dualidad mente-cuerpo. ¿Cuál es la relación entre ambos, o más específicamente, entre la consciencia (la experiencia subjetiva) y los procesos físicos? Ahora bien, ¿por qué



ARCHIVETK

El físico y matemático húngaro Eugene Wigner –izquierda– recibe el premio Enrico Fermi, en 1958. También ganó el Nobel de Física en 1963.

los procesos físicos deberían dar lugar a la consciencia? ¿Qué papel juega esta en el mundo físico? Son preguntas que durante mucho tiempo la ciencia ha evitado plantearse, pues para ella la consciencia es simplemente un epifenómeno, un efecto colateral, algo secundario que aparece a partir de la actividad cerebral.

El problema de la medida en la teoría cuántica devuelve al terreno de juego a la consciencia, porque, ¿es hacer una medición un acto de consciencia? ¿Es esta la que provoca el colapso de la función de onda? El primero en plantear esta idea fue el físico húngaro Eugene Wigner en su artículo de 1961 *Observaciones sobre la cuestión de la mente y el cuerpo*. Esta visión de la realidad proporciona una de las pocas interpretaciones de la mecánica cuántica que toma el principio de medición-colapso al pie de la letra. Además provee de uno de los pocos criterios no arbitrarios sobre cuándo se produce una medición. Para un dualista de la consciencia como era Wigner, es natural sostener que todos los sistemas puramente físicos están gobernados por la ecuación de Schrödinger y que la consciencia proporciona un disparador no físico para el colapso. Sin embargo esta visión no ha sido muy popular entre quienes investigan en los fundamentos de la física. En parte, esta impopularidad tiene su origen en los libros de Capra y Zukav, que vinculan este punto de vista con las tradiciones religiosas orientales.

Pero lo que más molesta de la interpretación de Wigner es que parece conducir al dualismo, a que lo mental y lo físico son fundamentalmente distintos: parece tratar a la consciencia de una manera especial que la exime de las leyes habituales de la mecánica cuántica.

## El dualismo parece tratar a la consciencia de una manera especial que la exime de las leyes de la mecánica cuántica

ca que gobiernan los sistemas físicos. Sin embargo los hay que piensan que esta interpretación no tiene por qué conducir al dualismo, sino que es compatible con los puntos de vista materialistas en los que la consciencia es una propiedad física compleja. Por desgracia no hay forma de dilucidar en el laboratorio si esta o cualquier otra de las diferentes interpretaciones de la mecánica cuántica es correcta: son indistinguibles pues todas conducen a los mismos resultados experimentales. Lo único que nos queda es aceptarla o negarla por argumentos puramente filosóficos y la inmensa mayoría de los científicos tiende a desdeñarla por ese sabor a dualismo poco apetecible en el que la consciencia implica una entidad no física separada similar a un ego o alma.

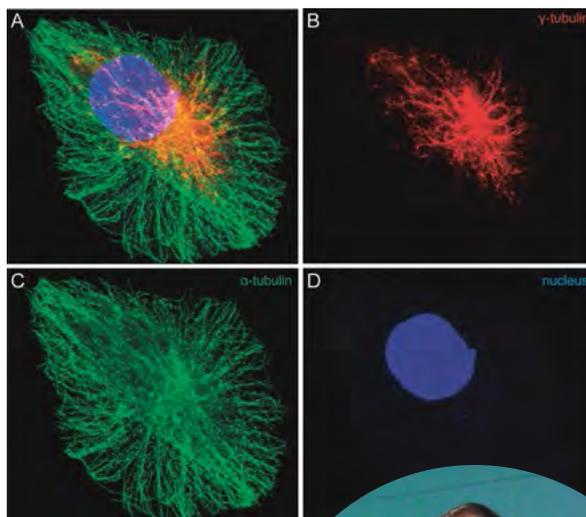
### A FAVOR Y EN CONTRA DEL DUALISMO

Sin embargo, no todos piensan que deba ser así. Para los filósofos de la mente David J. Chalmers y Kelvin J. McQueen este dualismo puede significar, simplemente, que se acepta la consciencia como una propiedad fundamental de lo que nos rodea, similar al espacio-tiempo, la masa o la carga eléctrica: «Donde las teorías físicas dan leyes físicas fundamentales que conectan las propiedades físicas entre sí, una teoría dualista de la consciencia proporciona leyes psicofísicas fundamentales que conectan las propiedades físicas con la consciencia», afirma.

Estos filósofos argumentan que las razones para rechazar estas teorías dualistas son las siguientes: todo efecto físico tiene solo causas físicas, la consciencia causa efectos físicos y, por tanto, la consciencia es física. Pero la primera premisa es una de las formulaciones del principio metafísico del cierre causal, que en su versión más estricta dice que «los efectos físicos tienen solo causas físicas». Así, concluyen los filósofos Chalmers y McQueen, «la situación es que muchos físicos descartan el colapso de la función de onda debido a la consciencia por razones filosóficas [es un dualismo], mientras que los filósofos descartan los modelos dualistas por razones basadas en la física [violando el cierre causal]».

Ahora bien, ¿y si pudiéramos explicar la consciencia desde la teoría cuántica? En 1994 el anestesiólogo Stuart Hameroff presentó lo que en aquel momento parecía una de las ideas más extravagantes sobre el funcionamiento del cerebro humano. Si para la inmensa mayoría de los neurocientíficos nuestros pensamientos nacen de la interacción entre neuronas, Hameroff sugirió que, en realidad, todo sucede dentro de las mismas. Más aún, que ocurre a nivel cuántico.

Esta era la idea que un par de años antes había propuesto el Premio Nobel de Física Roger Penrose:



ARCHIVETK

El físico británico Roger Penrose –a la derecha– sostiene, junto al anestesiólogo Stuart Hameroff, que es en los microtúbulos –arriba–, unas estructuras celulares formadas por polímeros proteicos, donde se forma el pensamiento consciente.



ARCHIVETK

el cerebro humano no puede describirse como un ordenador típico, sino que se encuentra situado varios órdenes de magnitud por encima, y la única forma de entender los procesos cerebrales es a través de la mecánica cuántica. Pero lo que Penrose no fue capaz de explicar es cómo se producía esa computación cuántica dentro de cerebros reales. Fue Hameroff, tras leer el trabajo de Penrose, el que sugirió que los microtúbulos, unas estructuras descubiertas por accidente en la década de 1960 y que transportan material dentro de las células nerviosas, podían ser capaces de realizar cálculos cuánticos. Así nació el modelo llamado Orchestrated Objective Reduction (reducción objetiva orquestada): los microtúbulos son la base de todo nuestro pensamiento consciente.

Las críticas llovieron nada más presentarla en público. Tanto para los físicos como para los neurocientíficos,



David Chalmers –izquierda– y su alumno Kelvin McQueen han estudiado la complejidad de explicar la existencia misma de la consciencia.

Penrose y Hameroff estaban meando fuera del tiesto. En 2000, el cosmólogo Max Tegmark afirmó que cualquier sistema cuántico en el cerebro sufriría un colapso efectivo de la función de onda debido a la interacción ambiental mucho antes de que pudiera influir en los procesos neuronales. La escala de tiempo de coherencia a temperaturas cerebrales es del orden de femtosegundos, demasiado breve para el procesamiento neural: los seres vivos son, simplemente, demasiado «cálidos, húmedos y ruidosos» –dijo– para que persistan efectos cuánticos significativos.

Con intención de convencer a la comunidad científica, en 2006 Hameroff dio una charla en el congreso Beyond Belief: Science, Religion, Reason and Survival, al que asistieron el biólogo evolutivo Richard Dawkins y los físicos Lawrence Krauss y Steven Weinberg, entre otras mentes eminentes. Allí presentó sus teorías sobre la consciencia aderezadas con la idea de que existe una espiritualidad basada en la mecánica cuántica. El sentir de la ortodoxia científica quedó reflejado en las palabras del físico Lawrence Krauss en el turno de preguntas: «Desde la perspectiva de la física, todo lo que has dicho es una tontería». Hameroff, inasequible al desaliento, siguió insistiendo.

Puede que haya cambiado algo con el paso de los años, pues algunos científicos empiezan a sospechar que quizá la teoría cuántica sí tenga algo que decir en esas cosas tan cálidas y húmedas, como puede ser la fotosíntesis o la emigración de los animales que se guían por el campo magnético terrestre. Por si no fuera poco, los microtúbulos empezaron a convertirse en un tema de moda, y hay quienes están convencidos de que la física cuántica podría ser algo crucial para nuestra consciencia, cognición e incluso memoria. Y es que, como dijo David Chalmers en 1994, sabemos que la mayor parte del tiempo nuestro cerebro se dedica al procesamiento de información, como conducir un automóvil, que es mera computación. Pero el llamado problema difícil es la existencia de la consciencia misma: «El mismo cableado en nuestro encéfalo que nos permite disfrutar comiendo una manzana también nos permite imaginarnos comiendo una cuando no hay una manzana real. La ciencia no puede explicar con precisión cómo pasa eso». Y mientras Penrose guarda silencio sobre las implicaciones filosóficas de su hipótesis, Hameroff no deja de sacar ideas de su chistera tubular, llegando a afirmar cosas tan peregrinas como que las experiencias cercanas a la muerte podrían reflejar una breve vida futura cuántica. ¿Realmente es tan desquiciada la reducción

## El llamado problema difícil es la existencia de la consciencia misma

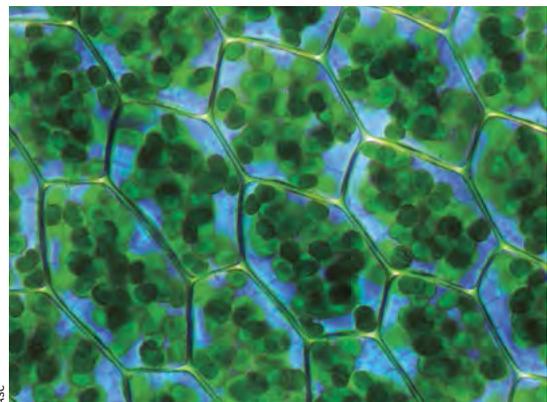
objetiva orquestada? Hameroff dice que un paciente bajo los efectos de la anestesia exhibe una función cerebral relativamente normal, salvo en una cosa: la consciencia. Las neuronas se siguen encendiendo, e incluso las señales de dolor viajan por sus rutas normales, pero ese dolor nunca se experimenta. Esto coloca a la anestesia en el centro del problema difícil, pues permite que los procesos computacionales fáciles continúen mientras elimina la experiencia subjetiva. Y nadie sabe muy bien cómo.

Al principio de su carrera, Hameroff pensó que los microtúbulos podrían proporcionar la respuesta. Estas estructuras cilíndricas huecas están formadas por dos tipos de la proteína tubulina, denominadas alfa y beta, que se unen formando unidades que se van ensamblando en cadenas, formando los microtúbulos. Estos se encuentran en todas las células vegetales y animales y tienen una gran variedad de propósitos, desde conformar el citoesqueleto (un entramado que proporciona el soporte interno de la célula) hasta funcionar como cintas transportadoras, moviendo componentes químicos de una celda a otra. Incluso intervienen de manera decisiva en la división celular, moviendo los cromosomas de un extremo a otro de la célula y colocándolos en las células hijas. Por su versatilidad hay quien los llama los *Transformers* de la biología.

Penrose y Hameroff piensan que la consciencia se origina en los microtúbulos dentro de las neuronas, y no en las conexiones entre neuronas, porque contienen regiones donde los electrones se arremolinan muy cerca unos de otros. ¿No nos suena eso a la idea del entrelazamiento cuántico? Es ahí, dentro de la neurona, donde cada colapso de la función de onda produce un momento consciente.

### BIOLOGÍA CUÁNTICA

Que los efectos cuánticos sean importantes en ciertos procesos biológicos es una idea que ha ido tomando forma a lo largo de este siglo. Por ejemplo, a la hora de entender la fotosíntesis de las plantas. Cuando un



ASC

Ciertos procesos biológicos, como la sinapsis de las neuronas o la fotosíntesis, podrían estar gobernados por impulsos cuánticos.



La relación entre los efectos del campo magnético terrestre y las reacciones químicas en las células ayudaría a los pingüinos antárticos a orientarse en su migración anual.

SHUTTERSTOCK

fotón golpea un electrón en una hoja, el electrón lo entrega a otra molécula llamada centro de reacción, que convierte esa luz en energía química para alimentar a la planta. El misterio está en que es un proceso demasiado eficiente porque se pierde muy poca energía. En 2007 se empezó sospechar que el principio de superposición cuántica podría tener mucho que ver con ello: el electrón usa este mecanismo para tomar la ruta más eficiente al centro de reacción. Aunque el concepto aún no está probado, ha ido ganando fuerza: en un artículo de 2013 aparecido en *Nature Physics*, Neill Lambert, del Instituto de Ciencias Avanzadas de Japón, señala que hay indicios sólidos de que podemos tener efectos cuánticos en sistemas biológicos a temperatura ambiente. El título del artículo es muy revelador: *Quantum biology*.

Por su parte, Rod Eckenhoff, un investigador de la Universidad de Pensilvania y crítico de Hameroff, administró anestésicos a renacuajos para descubrir a qué moléculas se unen, y vio que la tubulina era una de ellas. Y, aunque sigue sin apoyar las tesis de Hameroff, piensa que los microtúbulos podrían jugar «algún papel» en la consciencia. El físico Anirban Bandyopadhyay, del Instituto Nacional de Ciencia de Materiales de Japón (NIMS), va más allá e insinúa que deberíamos dejar de fijarnos en la neurona. Para este científico, la neurociencia es algo parecido a la dermatología: «La neurona es la piel y es importante, pero no lo es todo».

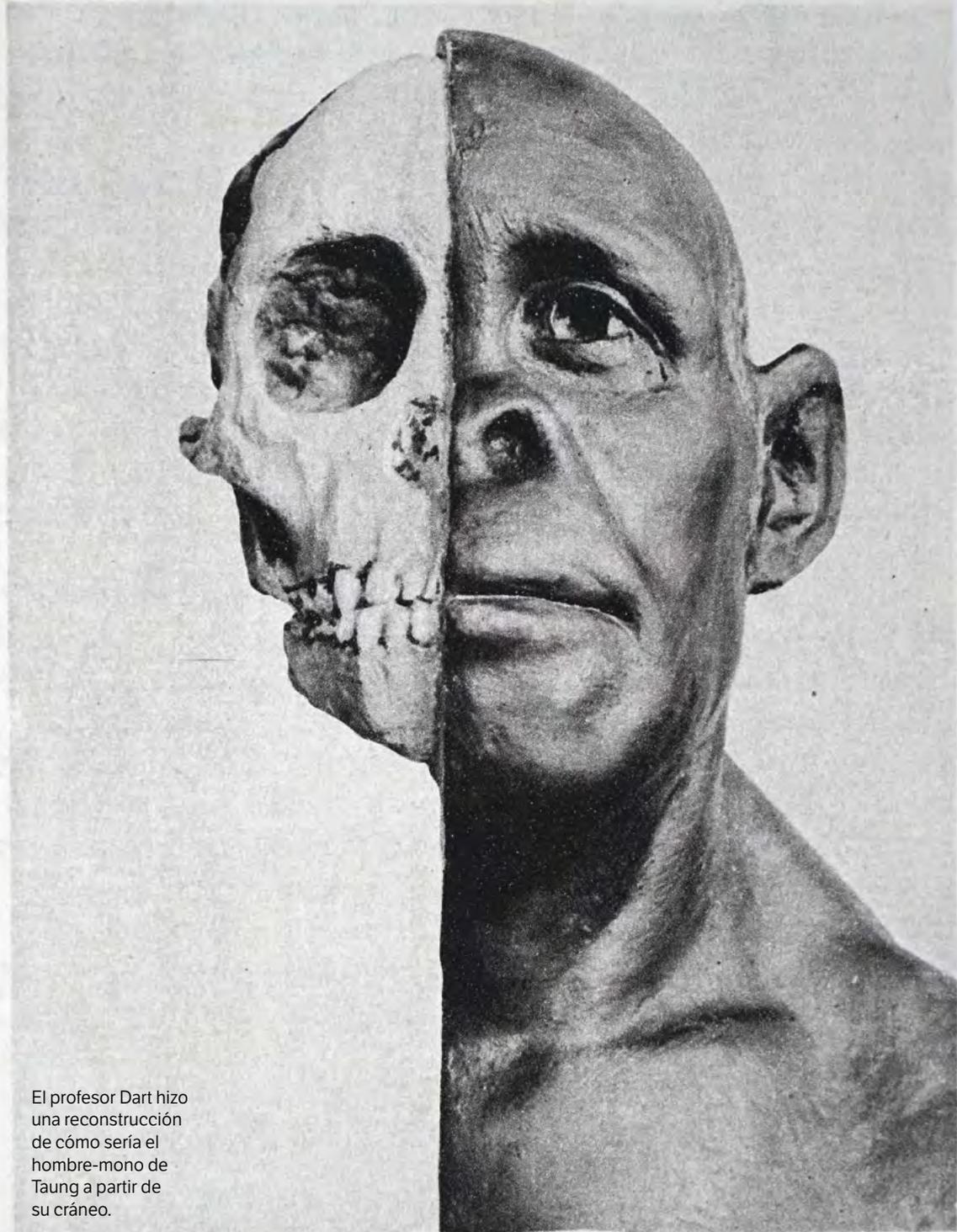
En 2013 Bandyopadhyay se encontró con un comportamiento muy peculiar de los microtúbulos durante sus investigaciones. Si operaran de una manera puramente clásica, como aislantes, al igual que la madera o el vidrio, la resistencia eléctrica a través de ellos debería aumentar. Pero al aplicarles corriente alterna ¡los mi-

crotúbulos actuaron como un semiconductor! La teoría de Penrose y Hameroff sobre los orígenes cuánticos de la consciencia ha provocado que otros físicos exploren sus implicaciones. Un ejemplo particularmente colorista es el de una física italiana especialista en gravedad cuántica de bucles llamada Paola Zizzi. En un artículo titulado *Consciencia emergente: del universo temprano a nuestra mente*, Zizzi se basa en la reducción objetiva orquestada para proponer que el universo nació de un único momento cósmico de consciencia.

Según esta autora, durante el periodo de inflación que sufrió el universo a los 10-33 segundos después del *big bang* –un minúsculo periodo de tiempo en el que experimentó una expansión exponencial–, pudo haber permanecido en una especie de estado de superposición cuántica cósmica durante el cual eran posibles múltiples universos. Según sus cálculos, al terminar la inflación, el cosmos alcanzó el mismo umbral crítico para el colapso cuántico que Penrose dice haber descubierto en el cerebro humano durante cada momento de consciencia: es la hipótesis del *gran guau* (*Big Wow*). Zizzi sugiere que la consciencia humana puede ser, literalmente, un microcosmos extraído de aquel momento. Dicho de otro modo, todos somos pequeñas partes de aquella consciencia cósmica inicial que todavía impregna todo el universo.

Por supuesto, para la gran mayoría de la comunidad científica todas estas especulaciones no son más que un sinsentido. Según Tegmark, «muchas gente parece creer que como la consciencia y la mecánica cuántica son un misterio, deben estar relacionados». No obstante y a pesar de las críticas, la idea de una consciencia cuántica todavía no ha sido abandonada en un rincón oscuro. □

**PROFESSOR DART'S VERSION OF THE TAUNGS  
APE-MAN**



El profesor Dart hizo una reconstrucción de cómo sería el hombre-mono de Taung a partir de su cráneo.

*The Taungs ape-man in process of reconstruction under the supervision of Professor R. A. Dart, who described the skull.*

ALBUM

EL NIÑO DE TAUNG

# El ‘eslabón perdido’

CUMPLE UN SIGLO

A principios del siglo xx, varios investigadores buscaban al antepasado del ser humano en Asia y en Europa. Tuvieron que aceptar, no sin reticencias, que la Cuna de la Humanidad estaba en África, el lugar que había insinuado Charles Darwin, quien incitó dicha búsqueda. Raymond Dart presentó a los *Australopithecus* en febrero de 1925, gracias a las sospechas de su estudiante Josephine Salmons.

---

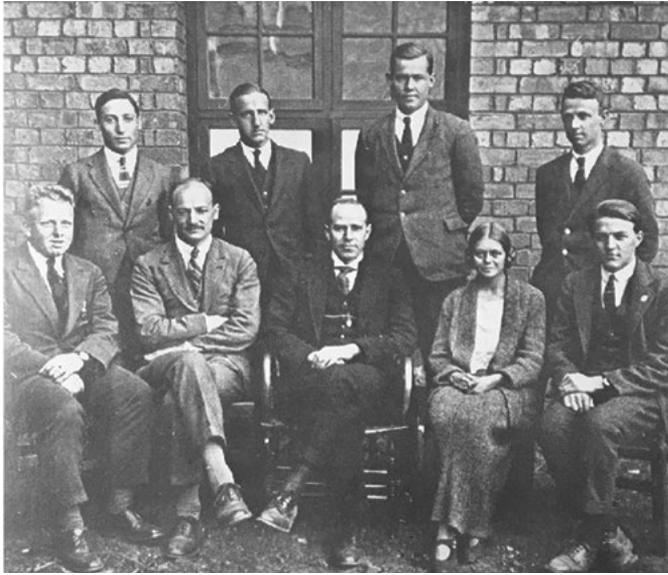
Texto de VIRGINIA MENDOZA, antropóloga y periodista

**E**

l cráneo decoraba una chimenea como una caracola traída de Benidorm o un *souvenir* cualquiera. Un día de 1924, una estudiante sudafricana llamada Josephine fue a casa de su amiga Pat y posó la mirada sobre el cráneo fosilizado. El padre de Pat lo había traído de una cantera próxima a Taung (Sudáfrica), de la que

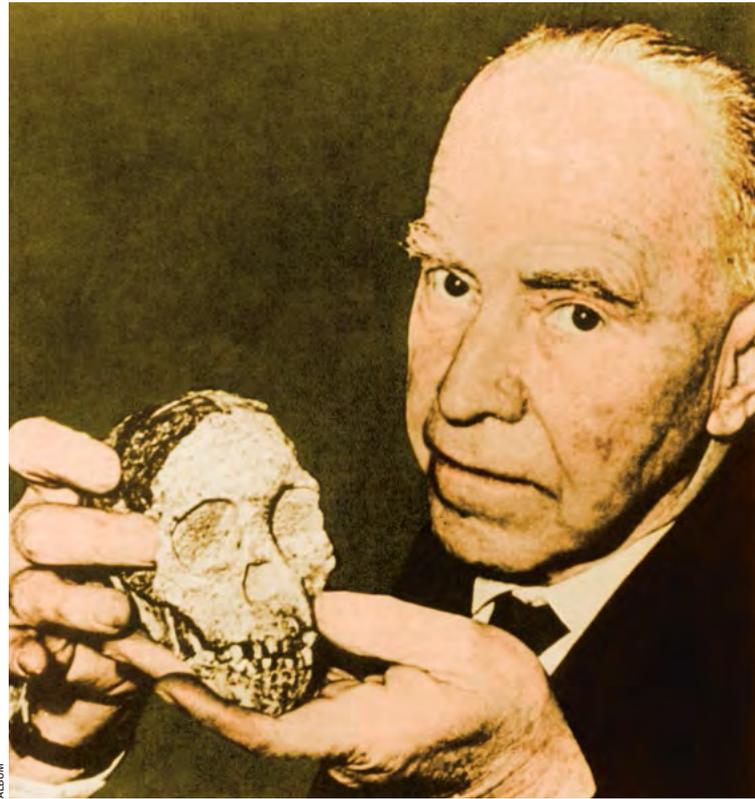
era propietario, después de que algunos de sus trabajadores topasen con varios fósiles mientras extraían piedra caliza. Aunque le dijeron que el cráneo pertenecía a un mono, a Josephine le pareció detectar algo casi humano en él. Se hizo tantas preguntas que decidió enviárselo a Raymond Dart, su joven profesor de Anatomía en la Universidad de Witwatersrand de Johannesburgo (apenas le sacaba ocho años), que había invitado a sus alumnos a llevarle fósiles curiosos.

Aunque Josephine Salmons sigue siendo una gran desconocida, su duda supuso un paso decisivo en los albores de la paleoantropología moderna: acababa de encontrar al primer australopiteco, lo que hizo que la comunidad científica, que en ese momento buscaba al ‘eslabón perdido’ en Asia y en Europa, afrontase con reticencias que el origen de la Humanidad estaba en África, precisamente el lugar del que sospechaba quien de algún modo los había lanzado a esa búsqueda: Charles Darwin. Todo había empezado con Eugène Dubois, que partió hacia Asia en busca del ‘eslabón perdido’ y encontró al Hombre de Java. Cuando parecía que el origen de la Humanidad pudo haber tenido lugar allí medio millón de años atrás, apareció el Hombre de Heidelberg en Alemania, pero el posterior hallazgo del Hombre de Pekín en China volvió a cambiarlo todo. Hoy estos ejemplares asiáticos se consideran *Erectus*, mientras que *Heidelbergensis* fue el nombre elegido para sus coetáneos europeos. En aquel momento parecía evidente que la cuna de la Humanidad estaba en Asia.



ASC/DART PAPERS

Arriba, Raymond Dart, en el centro de la fotografía, con sus alumnos de Anatomía de 1924. Sentada a su izquierda se encuentra Josephine Salmons, la joven estudiante que sospechó que el cráneo del niño de Tang no era de un mono. A la derecha, Raymond Dart con el cráneo del Niño de Taung que enseguida reconoció como de un humano primitivo.



ALBUM

Así fue, al menos, hasta el 28 de noviembre de ese año. Ese día, Dart recibió una caja llena de fósiles, entre ellos el cráneo que había llamado la atención de su estudiante. Su foramen magnum, que había llamado la atención de Josephine, evidenciaba que la espina dorsal de su portador tuvo que estar pegada al cráneo. Y eso solo podía significar una cosa: le habría permitido mantenerse erguido bastante tiempo. A partir de ahí, Dart nombró un nuevo género (*Australopithecus*) y una nueva especie (*Australopithecus africanus*) que presentó el 7 de febrero de 1925.

No fue Dart, sin embargo, quien sumió en el (casi) anonimato a Salmons. Cuando publicó el artículo en el que presentaba la nueva especie en *Nature*, le atribuyó un gesto decisivo. «Hacia finales de 1924, la señorita Josephine Salmons, estudiante de anatomía en la Universidad de Witwatersrand, me trajo el cráneo fosilizado de un mono cercopitécido que, por su mediación, fue generosamente prestado al Departamento para su descripción por su propietario, el señor E.G. Izod, de la Rand Mines Limited», escribió en *Australopithecus africanus: The Man-Ape of South Africa*. Aunque Dart al principio dudó, algunos consideraron que la publicación fue apresurada y, salvo Robert Broom, sus colegas le dieron la espalda. El hallazgo abrió tensos debates.

Fue así como Raymond Dart pasó a la historia como el paleoantropólogo que descubrió al primer australo-

piteco, durante un tiempo conocido como el «eslabón perdido». De Salmons, en cambio, apenas sabemos que nació en Johannesburgo en febrero de 1901, que le interesaban los fósiles, que estudió Anatomía en la Universidad de Witwatersrand, que se graduó en 1925, se casó, tuvo dos hijos y murió el 22 de abril de 1950. Gracias a su intuición y mediación, la humanidad pudo saber que su origen estaba en el continente africano y que además pudo darse alrededor de dos millones antes de lo que se pensaba.

### EL GÉNERO MÁS PRÓXIMO AL HOMO

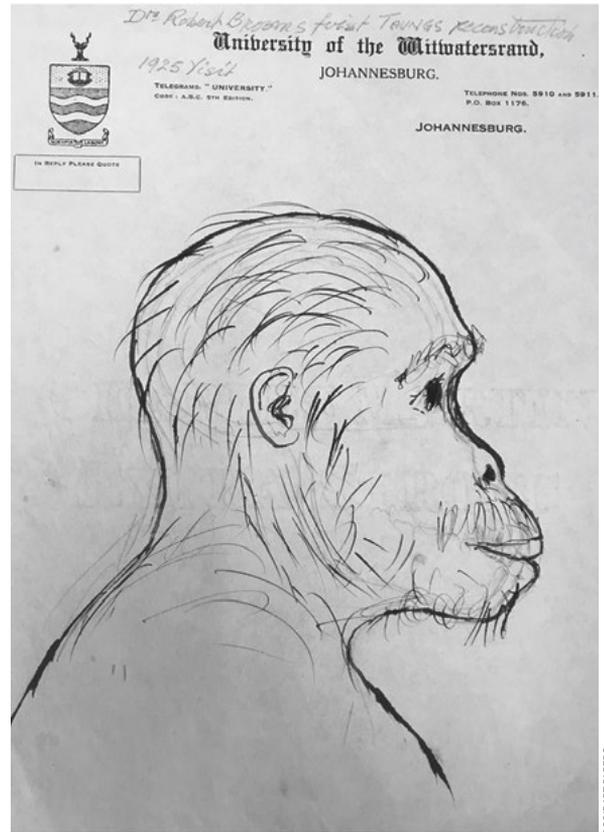
La palabra *Australopithecus* fue el resultado de la unión de «austral» (del sur) y «pitéco» (mono). Es decir, vendría a ser algo así como «mono del sur». Son especialmente famosos gracias al hallazgo de Lucy, una *Australopithecus afarensis*, la abuela de la Humanidad, que vivió en África hace aproximadamente 3.2 millones de años. Pero a Lucy, en realidad, el mundo la conoció medio siglo después que al Niño de Taung. Hoy sabemos que, a pesar de una clara relación filogenética entre *Homo sapiens* y *Australopithecus*, no es el antepasado común compartido con los chimpancés, de quienes nuestro linaje se separó definitivamente hace

**La espina dorsal estaba pegada al cráneo, lo que evidenciaba que se mantenía erguido bastante tiempo**

entre 7 y 8 millones de años, tras una divergencia que habría comenzado mucho tiempo atrás.

Hace aproximadamente cinco millones de años, gran parte del planeta se dirigía hacia un enfriamiento acompañado de aridez. En África oriental, en ese tiempo, predominó la sequía. Sus masas boscosas empezaron a desvanecerse al tiempo que aumentaban los espacios abiertos que dieron lugar a la sabana. En ese contexto, hace alrededor de 4.2 millones de años, habrían surgido los australopitecos, quienes se extinguieron hace aproximadamente 2.5 millones de años, por lo que seguramente llegaron a convivir con los primeros seres humanos. Pero, ¿hasta qué punto los hubiésemos diferenciado? Con cerebros de entre 400 y 500 cm<sup>3</sup>, los australopitecos tenían cabezas similares a las de los chimpancés, dientes grandes (pero más parecidos a los de los humanos que a los de los grandes simios) y cuerpos erguidos. Practicaban la locomoción bípeda durante la mayor parte del tiempo, como hemos sabido después, aunque todo apunta a que todavía trepaban a los árboles de vez en cuando, posiblemente para ponerse a salvo o dormir.

En ellos destacaba el prognatismo, es decir, su mandíbula era especialmente extensa si la comparamos con la nuestra, aunque reducida con respecto a los chimpancés. Después de conocer al *Australopithecus africanus*, se han ido sumando varias especies australopitecinas, como *Anamensis*, *Afarensis*, *Sediba*, *Bahrelghazali*, *Deiyremeda* y *Gharni*. De hecho, todavía existen fósiles de dudoso origen que hoy se consideran australopitecos pero podrían llegar a ser *Homo* viceversa, como ocurre con *Homo naledi*.



En los australopitecos destacaba el prognatismo, su mandíbula era especialmente extensa. En la imagen, dibujo de Raymond Dart. Abajo, Lucy, la *Australopithecus afarensis*.



SHUTTERSTOCK

ASCDART PAPERS

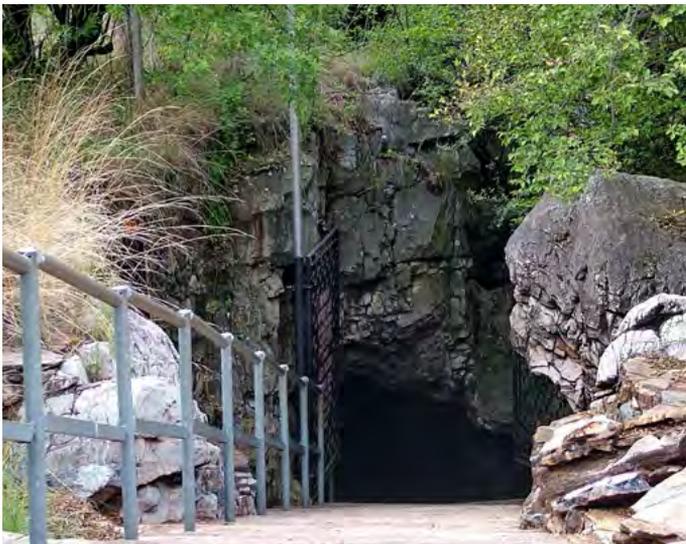
## ¿Cuál es la verdadera edad del Niño de Taung?

El Niño de Taung tal y como lo conocemos tiene cien años recién cumplidos. Sabemos, también, que murió alrededor de los 3 o 4 años. Pero, ¿cuándo? Coincidiendo casi con el aniversario del hallazgo, se ha publicado recientemente un estudio que arroja nueva luz sobre la antigüedad del cráneo fosilizado que permitió nombrar a los *Australopithecus*. La conclusión a la que llegó el equipo de investigadores, liderado por el antropólogo Francis Tackeray, es que el Niño de Taung vivió hace 2,58 millones de años.

Hasta ahora, la edad geológica del fósil había sido un debate abierto, favorecido por el hecho de que una parte importante del yacimiento se perdió, al quedar la cantera destrozada por la dinamita. Mientras que algunos investigadores defendieron cifras de entre 3.4 y 3.7 millones de años, otros llegaron a decir que pudo haber vivido hace aproximadamente 2 o 2.6

millones de años. «Estamos tratando con una cuestión que ha desconcertado a los científicos durante décadas y la búsqueda para determinar con certeza cuándo existieron estos antiguos miembros de nuestro árbol genealógico en Sudáfrica continuará», escribieron los investigadores del último estudio.

Para alejarse de las metodologías ampliamente criticadas por los defensores de ambas posibilidades, Tackeray (que empezó esta investigación junto a la antropóloga Sue Dykes, fallecida en 2019) ha llegado a esta conclusión tras estudiar el tamaño de los dientes. El trabajo consistió, concretamente, en la medición del ancho y el largo de los primeros molares inferiores. Del niño de Taung se conservan el cráneo, la mandíbula y también un molde interno de la caja craneal, lo que facilita que estudios como este se puedan seguir llevando a cabo tras un siglo de investigación.



Cuevas como esta de Sterkfontein son puntos clave para el estudio de los *Australopithecus africanus*. Aquí apareció la conocida como Señora Ples, otro cráneo crucial en el estudio de esta especie.

De quienes vivieron con el Niño de Taung, concretamente, apenas sabemos nada porque la cantera fue destruida con dinamita poco después del hallazgo. Por esta razón, ha sido especialmente difícil datar los fósiles. Lo que sí parece claro es que *Australopithecus africanus* vivió entre hace 3 y 2 millones de años en lo que hoy es Sudáfrica. Canteras y cuevas sudafricanas como Sterkfontein y Makapansgat

se convirtieron en puntos clave para el estudio de esta especie (y de su género). En Sterkfontein apareció la conocida como Señora Ples, otro cráneo crucial en el estudio de los *africanus*. En cuanto a Makapansgat, ha dado los fósiles más antiguos de la especie, además de una controvertida hipótesis del propio Dart. Conocida como Cuna de la Humanidad, hoy este conjunto de yacimientos está considerado Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO.

### UNA NOCHE EXTRAÑA

Después de asistir a la presentación del Hombre de Pekín en Londres, Dart sintió que poco le quedaba por decir de los *Australopithecus*. Algunos de sus coetáneos contaron en sus respectivos libros que esa noche sus amigos quisieron animarlo llevándolo de cena, que dio el cráneo del Niño de Taung a Dora, su mujer, y que ella lo olvidó en un taxi. Otros cuentan que, en realidad, fue el propio Dart quien lo perdió.

Así que, además de desencanto, aquella noche hubo un gran revuelo: cuando el taxista descubrió el cráneo, sospechó de un asesinato y llamó a la policía. Quizá Dart interpretó aquello como la señal definitiva de que lo mejor era olvidarse de los fósiles por un tiempo. Tu vieron que pasar casi dos décadas para que retomara con energía su estudio a raíz del hallazgo de unos cráneos destrozados en Makapansgat.

## El mono asesino habría bajado de los árboles y caminado erguido para poder fabricar armas y poder empuñarlas



A la izquierda, reconstrucción del cráneo del Niño de Taung, al fondo, que comprende parte de un craneo y una mandíbula y un endomorfo de la mitad derecha del cerebro. A la derecha, ilustración de la posible muerte del niño a manos de un águila.



## ¿Sabían fabricar herramientas los *Australopithecus*?

El australopiteco sabía muchas cosas; el ser humano sabía que sabía, y el ser humano moderno, en plena fase de conquista, tuvo, además, deseos de hacer saber que sabía que sabía», escribió Yves Coppens, uno de los descubridores del ejemplar de *Australopithecus* más famoso, en su libro *La rodilla de Lucy*.

Hoy sabemos que una de las cosas que probablemente sabían los australopitecos era usar herramientas y también fabricarlas. Coppens ya sospechaba que el australopiteco fabricaba herramientas sencillas de un solo uso, puede que simplemente para salir de un apuro y abandonarlas. La novedad en cuanto a los humanos era, según el paleontólogo, una mayor elaboración y complejidad que les permitió fabricar herramientas, que a su vez sirven para fabricar otras, unido a la capacidad de entender que ese mismo objeto podía volver a ser utilizado posteriormente. Por tanto, lo que podría diferenciar a los australopitecos junto a los que se han hallado industrias líticas sencillas y a los *Homo habilis*, nombrados así por su capacidad de fabricarlas (modo I, conocido como olduvayense) consistiría en que los segundos aprendieron a guardárselas por si acaso. La idea era al principio controvertida, puesto que la capacidad de usar y fabricar herramientas fue hasta hacía poco una de las características que nos convertían en humanos a ojos de la comunidad científica. Pero algo cambió cuando Jane Goodall se instaló en la Selva de Gombe y pudo observar cómo los chimpancés usaban ramitas y les arrancaban las hojas para capturar termitas. La sospecha de Coppens la reforzó un hallazgo de 2016. El equipo de Sonia Harmand encontró en Lokalelei (Kenia) ciento veinte piedras talladas, datadas en 3.3 millones de años. ¿Quiénes fueron los artífices? Puesto que no hay evidencias del origen del género *Homo* hasta más o menos medio millón de años más tarde, todo parece indicar que los maestros talladores fueron *Australopithecus*, posiblemente *Afarensis* o alguno de sus coetáneos, como *Deuyiremeda*.

A partir de entonces, empezó a gestar su famosa hipótesis del mono asesino, que nos sitúa en lugar nada agradable de la evolución. Para Dart, descenderíamos de sanguinarios cazadores, asesinos y caníbales. Llegó a argumentar que fue el ansia de matar lo que nos empujó a bajar de los árboles y condujo a la locomoción bípeda. ¿Para qué? Para liberar las manos y así poder fabricar armas y, claro, empuñarlas. Alguien tuvo que hacerle mucho daño para que llegase a esa conclusión, puesto que los cráneos que encontró machacados poco o nada tuvieron que ver con el odio o la violencia de sus semejantes, sino con el paso de hienas por aquella cueva y del tiempo, en el que se dieron desprendimientos. El paleoantropólogo Wilfrid Edward Le Gros Clark, que había secundado la hipótesis del mono asesino (y no fue el único), viajó a Sudáfrica a mediados del siglo xx y allí cambió de opinión e influyó en otros investigadores que adoptaron una mirada más amable de quienes, desde entonces, se consideraron miembros de nuestra stirpe.

El Niño de Taung también sufrió una muerte violenta, pero seguramente no fue provocada por los suyos. Murió en la sabana cuando tenía alrededor de tres años, según atestiguan la presencia de los dientes de leche y de unas últimas muelas incipientes. Pesaba entre 9 y 11 kilogramos y medía 105 centímetros. De haber alcanzado la edad adulta, habría podido llegar a los 40 kilos y difícilmente a metro y medio, que es la altitud media en su especie. Su cráneo, así como las órbitas de sus ojos, presentaban algunos daños que para Phillip Tobias podrían significar que el ataque de un águila le provocó la muerte. □

# Juan Ignacio CIRAC

En esta entrevista con MUY INTERESANTE, el reconocido físico Juan Ignacio Cirac — para muchos, el español que más cerca está de conseguir un Premio Nobel—, repasa los últimos avances en el campo de la criptografía cuántica, su especialidad.

---

Texto de JOSÉ MANUEL NIEVES Y JUAN CARLOS F. GALINDO



Para Cirac la inteligencia de los ordenadores ya sobrepasa en ciertos aspectos a la humana y en los que no se irá avanzando y tendremos dos inteligencias que se complementen cada vez mejor.

GETTY

**«Ya sabemos cómo hacer un ordenador cuántico, pero construirlo es complicado»**



Desde el año 2001 Juan Ignacio Cirac es director de la División de Física Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, con sede en Garching (Alemania) y buque insignia de la investigación de este país. Desde allí ha contribuido a poner las bases de una nueva

generación de ordenadores basados en las extrañas propiedades de las partículas subatómicas y con una potencia miles de veces superior a la de los más modernos superordenadores actuales.

Cirac, conocido como el Messi de la física cuántica, por ser una referencia mundial en su campo –el de lo infinitamente pequeño–, no solo se mueve en el terreno internacional; también ha puesto sus amplios conocimientos al servicio de una empresa de aquí. En efecto, desde el año 2016 es consejero independiente de Telefónica, un puesto que ya le ha permitido a la operadora española ser pionera en el ámbito de la criptografía cuántica.

## JUAN IGNACIO CIRAC Y SUS RECIENTES PASOS

Considerado como uno de los padres de la computación cuántica, este físico de 53 años, natural de Manresa (Barcelona), ya cuenta, entre otros premios, con el Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica, que le fue concedido en 2006, y con el prestigioso Wolf de Física, considerado como la antesala de los Nobel, que le otorgaron en 2013. En esta entrevista con MUY, Juan Ignacio Cirac repasa los últimos avances en el campo de la criptografía cuántica, su especialidad, y revela cuáles serán los próximos pasos de una revolución tecnológica que está destinada, una vez más, a cambiar nuestro futuro para siempre.

### ¿Cómo crees que serán las comunicaciones del futuro?

Lo que puedo decir es cómo van a ser las comunicaciones secretas del futuro. Las normales irán por fibra óptica, que es la forma más eficiente que tenemos de comunicarnos a larga distancia. También mejorarán todos los sistemas inalámbricos, las redes wifi y las comunicaciones que emplean radiofrecuencias, porque cada vez se utilizarán frecuencias mayores. Pero las comunicaciones secretas, la criptografía, van a cambiar mucho. Y en el futuro estas serán totalmente inviolables.

### ¿Y cómo serán esos cambios?

Las comunicaciones secretas serán distintas porque tendrán que basarse en métodos diferentes de los que empleamos en nuestros días. Lo que está claro es que, muy pronto, un ordenador cuántico será capaz de descifrar con gran facilidad la criptografía basada en los algoritmos de hoy, por lo que estos dejarán de ser

seguros. Por eso, habrá que cambiarlos o bien utilizar otro método de comunicación completamente distinto del actual.

Básicamente, tenemos dos opciones: una consiste en sustituir los algoritmos que se emplean ahora por otros que sean más complicados y resistentes, en principio, incluso frente a un ordenador cuántico; la otra opción es la criptografía cuántica, que de momento sabemos cómo utilizarla a través de fibra, de satélites, pero no sabemos aún cómo usarla a través de sistemas inalámbricos.

### Su trabajo se centra en desarrollar la segunda opción...

Sí. El inconveniente que presentan los algoritmos es que resulta imposible demostrar que son totalmente seguros contra los ordenadores cuánticos. Uno puede estar más o menos convencido de que lo son, pero se trata de una opción que puede no ser del todo satisfactoria. Sin embargo, la criptografía cuántica sí que es del todo satisfactoria, y su seguridad frente a los ordenadores cuánticos se puede demostrar. El problema es que resulta muy difícil de desplegar.

### ¿Por qué es tan complicado?

Porque, de momento, la criptografía cuántica funciona solo a distancias relativamente cortas, del orden de 50 o 60 kilómetros, y únicamente a través de fibra. Se trata de enviar fotones –partículas de luz– por los cables de fibra, y el problema está en que aquellos son absorbidos por el propio cable si recorren distancias muy grandes. Por eso, actualmente estamos limitados en cuanto a las distancias a las que podemos desplegar esas redes. Además, por ahora solo sabemos aplicar la criptografía cuántica usando fibras ópticas, pero no otros métodos que se emplean en la comunicación, como es el caso de las redes inalámbricas.

### Usted es un experto en criptografía cuántica. ¿Puede explicar ese concepto?

La criptografía cuántica es una forma de encriptar mensajes en la que se utilizan partículas cuánticas, los fotones. Y se hace de tal forma que si alguien no autorizado intenta leer el mensaje, este se destruye antes de que nadie pueda acceder a él. Además, los que se están comunicando detectan que hay alguien intentando leerlo. Se utilizan unas propiedades de la física cuántica que tienen estas consecuencias.

### ¿Qué es un ordenador cuántico y cómo funciona?

Como cualquier otro ordenador, el objetivo de un ordenador es el de hacer cálculos. Una computadora convencional convierte la información a ceros y unos, la procesa y la devuelve en forma de números, textos o cualquier otra cosa que le hayamos pedido que haga; y para llevar a cabo este trabajo este sigue unas normas determinadas.

El ordenador cuántico hace lo mismo, pero siguiendo las reglas de la física cuántica, que hacen posible una potencia infinitamente mayor. De hecho, uno solo de

«Todo lo que tiene que ser procesado y se base en una gran cantidad de datos, algo necesario para tomar decisiones óptimas, requiere de un procesamiento de dichos datos»

x.com/byneontelegram

o escanea el código QR:



ellos equivale a un número gigantesco de ordenadores convencionales.

**¿Cuáles son esas reglas de la física cuántica a las que se refiere?**

Por ejemplo, la indeterminación. En el mundo subatómico, una partícula puede estar en varios lugares a la vez. O, mejor dicho, existe como posibilidad en varios lugares a la vez, como una nube difusa y cuya posición solo se concreta en un punto en el momento en que la observamos. Cuando dejamos de mirar, vuelve a su estado indeterminado. Esa propiedad se puede usar para resolver problemas de una forma muchísimo más rápida de lo que lo hace cualquier ordenador actual.

**¿Para qué vamos a necesitar ordenadores cuánticos?**

En primer lugar, muchas de las operaciones que se

hacen hoy se podrán ejecutar más rápido, y eso tiene aplicaciones en diversos campos, en especial todos aquellos en los que sea necesario hacer cálculos muy grandes. Hay algunos que ni siquiera los superordenadores pueden realizar, pero los ordenadores cuánticos sí tendrán esa capacidad. Hablo de cálculos sobre el diseño de materiales o de compuestos químicos; la resolución de ecuaciones complejas...

Por otro lado, están las aplicaciones más cercanas, las industriales, que son las que tienen que ver con la optimización de todo tipo de procesos. Los problemas que encontramos en la vida diaria están relacionados con la optimización, en particular todo lo que tiene que ver con la IA, el *machine learning* o el procesamiento de datos.

Todo lo que necesite ser procesado y se base en una gran cantidad de datos, algo necesario para poder tomar decisiones óptimas, requiere un procesamien-

Los ordenadores cuánticos tendrán la capacidad de hacer cálculos muy grandes de forma más rápida, cálculos sobre el diseño de materiales o de compuestos químicos.



PIVABAY



GETTY

El físico Juan Ignacio Cirac (Manresa, 1965) recibió el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en 2006 por su liderazgo mundial en la propuesta y desarrollo de la información cuántica.

to de dichos datos, y resulta que muchas veces no se puede hacer debido a que los ordenadores actuales no son lo suficientemente potentes. Pero muchas de las optimizaciones de las que hablamos las podrán llevar a cabo los ordenadores cuánticos.

**Empresas como IBM y Google llevan años anunciando la llegada de los primeros ordenadores cuánticos comerciales, pero parece que no terminan de aterrizar... ¿Cuándo se harán realidad?**

Los ordenadores cuánticos potentes tardarán mucho tiempo en hacerse realidad. Las citadas empresas, así como otras, dicen que llegarán dentro de cinco o diez años. Y yo creo que sí, que como mínimo tardarán ese tiempo, y quizá un poco más. Lo que ocurre es que empieza a haber pequeños prototipos, sacados a la luz por estas empresas y algunas universidades, y es posible que puedan ser útiles también para determinadas tareas.

**¿Para qué se podrán emplear estos ordenadores cuánticos primerizos?**

Los primeros prototipos que ya existen –IBM ha sacado uno, y hay otros de Intel y otras empresas– son de uso muy restringido. Tanto que todavía no sabemos muy bien dónde pueden ser útiles, porque son muy pequeños. Hoy en día, un campo de trabajo, de investigación y desarrollo, es precisamente ver cómo

estos prototipos se podrían emplear para algo que no sea posible hacer con ordenadores usuales. Esto es a corto plazo, para los próximos años.

Ahora bien, si nos vamos al largo plazo, habrá que desarrollar ordenadores que no sean prototipos, que sean de verdad y que tengan toda la potencia que promete la computación cuántica. Ya sabemos cómo hacerlos, y también para qué sirven, pero hay que construirlos, y eso resulta muy complicado.

**¿Cuáles serán los principales usos y beneficios de los ordenadores cuánticos cuando ya estén desarrollados?**

Conocemos algunas de las aplicaciones, pero están por definirse las más importantes. En realidad no tenemos conocimiento todavía de qué podremos hacer exactamente con los futuros ordenadores cuánticos. Por lo que sabemos hoy, esas futuras aplicaciones estarán relacionadas con el diseño de compuestos químicos, lo que tendrá su repercusión en la industria farmacéutica.

Otro campo será el que he mencionado antes de la optimización. Por ejemplo, si uno quiere reconocer imágenes, tiene que hacer unos cálculos; y esa clase de cálculos son los que probablemente podremos realizar mejor con un ordenador cuántico que con los actuales. De hecho, uno de los motivos principales de Google para invertir en ordenadores de este tipo es

precisamente ese: poder utilizarlos con su inteligencia artificial. También se podrán resolver problemas de física de materiales, conocer las propiedades de materiales a muy bajas temperaturas, hacer estudios climáticos, etcétera.

**¿Llegaremos a tener un ordenador cuántico en casa todos los usuarios?**

Ni siquiera puedo imaginar para qué podría ser eso necesario. La tendencia hoy es a que exista la computación en la nube, la *cloud*. Hay grandes empresas que ya ofrecen potencias de cálculo muy grande, y que podrán proponer también en el futuro computación cuántica por si un usuario doméstico precisara realizar un gran cálculo, sin necesidad de disponer en su casa de un ordenador de estas características. Pero la realidad es que no sabemos cómo se desarrollará todo esto. Tal vez encontremos alguna aplicación importante para la que sea relevante tener un ordenador cuántico en casa. No lo sé.

**Hace algunas semanas comentó, durante la presentación del libro de IA de Pablo Rodríguez *Inteligencia artificial. Cómo cambiará el mundo (y tu vida)*, que el límite de la velocidad en la computación es la velocidad de la luz. ¿Cree que algún día podremos acercarnos a ella?**

En la computación clásica –no en la cuántica– se fabrican procesadores cada vez más rápidos. Y la razón de ello es que se hacen transistores también más pequeños, por lo que la información, cuando se mueve, tiene que recorrer distancias más cortas, y eso hace que sean más veloces. Pero otra opción es que la transmisión de la información sea más rápida en sí misma. Aunque para eso sabemos que existe el límite de la velocidad de la luz. Los sistemas electrónicos con los que contamos hoy en día no llegan a ella, están todavía muy lejos, y por eso hay gente que ha propuesto y ha trabajado en los ordenadores conocidos como ópticos, que funcionarían con luz y no con electrónica. Sin embargo, estos ordenadores ópticos aún no están desarrollados. Las computadoras no solo tienen que transmitir información, también deben procesarla. Ese límite de la velocidad de la luz en la computación es una barrera, sí, pero se puede subsanar por otros métodos.

**¿Podríamos pensar en comunicaciones instantáneas aprovechando el entrelazamiento cuántico?**

No. Cuando tienes un entrelazamiento entre varias partículas, se producen entre ellas unas correlacio-

nes instantáneas, pero no se pueden emplear para enviar información. Utilizando los estados entrelazados, se crean correlaciones que se pueden medir. Si en el satélite mides cero, aquí observarás cero también. Pero eso no te permite enviar información. El hecho de que haya un señor en un satélite con un cero y tú en la Tierra también con un cero no permite que ambos se comuniquen. Tenemos solo la correlación, un conjunto de números aleatorios que son el mismo aquí que allí arriba. Para enviar información hay que hacer más cosas. Y estas no son instantáneas, sino que llevan tiempo.

De hecho, sabemos que si pudiésemos enviar información con cualquier método a velocidad mayor que la luz, violaríamos el principio de la relatividad. Y eso supondría encontrarnos con problemas muy gordos. Lo que sí es cierto es que el entrelazamiento permite hacer las cosas de una manera más segura, por el hecho de que la información desaparece de un sitio y aparece en otro. Y eso no viola ningún principio de la relatividad.

**¿Y en qué consistía entonces el reciente experimento chino de telecomunicaciones cuánticas llevado a cabo entre un satélite y una estación en tierra?**

Consistía en enviar dos fotones desde un satélite. Y que cada uno de ellos fuera a un lugar diferente. Esos fotones estaban entrelazados y, gracias a eso, los dos receptores pudieron llevar a cabo una serie de medidas y establecer una clave secreta. Una vez que se tiene esa clave secreta, ya no es preciso usar el satélite, sino que por cualquier otro método se puede encriptar información que no será posible desencriptar.

**¿Fue entonces un experimento más de criptografía que de telecomunicaciones?**

Fue un experimento de criptografía y de entrelazamiento a grandes distancias. Se trataba de comprobar que se puede crear entrelazamiento a distancias largas y que, una vez creado, es posible usarlo para encriptar información.

**¿Hay una máxima distancia teórica para que funcione el entrelazamiento y que se pueda aprovechar?**

No. En principio no hay ninguna. Creemos que podría haber entrelazamiento a grandes distancias, incluso hay gente que piensa que puede haber entrelazamiento entre partículas que estén dentro y fuera de un agujero negro. No hay ninguna distancia teórica, aunque lo mismo se descubre en el futuro.

**«Cuando tienes un entrelazamiento entre varias partículas, se producen entre ellas unas correlaciones instantáneas, pero no se pueden emplear para enviar información»**

El entrelazamiento entre varias partículas permite hacer el proceso más seguro, ya que la información desaparece de un sitio y aparece en el otro.



**¿Está de acuerdo con los que dicen que al final de esta década tendremos el *hardware* necesario para emular la inteligencia humana con superordenadores? En caso negativo, ¿cuándo cree que eso podría llegar a ocurrir?**

Es teóricamente posible, pero tardaremos más tiempo. Queda un gran camino por recorrer.

**¿Comulga con la idea de que la mayor parte de la inteligencia de nuestra civilización acabará siendo, hacia el final de este siglo, no biológica? El propio Stephen Hawking dijo en la revista alemana *Focus* que la inteligencia de los ordenadores sobrepasará dentro de pocas décadas a la de los humanos.**

En ciertos aspectos ya la sobrepasa, y, en los que no, se irá avanzando, y tendremos dos inteligencias que cada vez se complementen mejor.

**¿Cree que será al final una inteligencia artificial la que diseñe los futuros ordenadores cuánticos de alto rendimiento?**

Yo no sé si los ordenadores cuánticos o los actuales. Creo que la IA, entre otras aplicaciones, sirve también para desarrollar otros algoritmos de inteligencia artificial. Es decir, que puede mejorar incluso los algoritmos con los que ella misma funciona, ya sean cuánticos o clásicos. La inteligencia artificial se utiliza ya para diseñar experimentos y nuevos métodos de producción industrial, y también se puede emplear para

mejorar los propios algoritmos de IA. No es algo tan descabellado. Ahora bien, siempre habrá humanos que piensen y le indiquen lo que hay que hacer. Que la IA pueda pensar por sí misma, que tenga nuevas ideas y originalidad, yo creo que es más complicado.

**¿Por qué aceptó ser consejero de Telefónica?**

Es un privilegio para mí estar allí. Es una empresa muy grande, una multinacional tecnológica puntera y a la que le gusta la ciencia y la tecnología. Es un sitio fenomenal donde trabajar e intentar ayudar. Yo estoy en el consejo de administración, y desde ahí puedo aportar una perspectiva distinta a la que normalmente tienen los consejeros. Una mucho más técnica o tecnológica. Y creo que puedo ayudar también en los temas relacionados con el desarrollo de nuevas tecnologías, el futuro, la digitalización... Es una empresa puntera en tecnología, por lo que estoy en mi salsa.

**¿Se ha planteado Telefónica hacer criptografía cuántica?**

Ya lo está haciendo. De hecho, hace menos de un mes llevé a cabo un piloto de despliegue de un sistema criptográfico cuántico en las líneas de Telefónica. Y tiene en mente seguir al frente del uso de las tecnologías cuánticas tan pronto como puedan ser útiles para cualquiera de sus actividades, para utilizarlas y aprovecharlas. En algunos aspectos, Telefónica ya es pionera en el uso de la criptografía cuántica. □

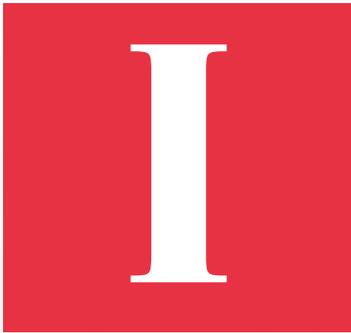
# El presente y futuro de internet de la mano de uno de sus padres

Vint Cerf es conocido como el padre de Internet. Hoy en día sigue batallando por llevar la posibilidad de igualdad que ofrece la red a cada persona, así como por resolver los problemas del presente y el futuro, al ser ya una herramienta y un eje fundamental de la sociedad de nuestros días.

---

Texto de **MARTÍN CAGLIANI**, antropólogo y divulgador





Internet siempre estuvo ahí para quienes nacieron después de los años 1990. Incluso los que la vieron nacer, raramente piensan en ella, más que cuando se interrumpe el acceso por algún tipo de problema técnico.

Pero lo cierto es que hasta que alguien no inventó una forma eficiente para que las computadoras pudiesen comunicarse entre sí, y luego los recursos necesarios para que la información fuese fácilmente accesible, nada de lo que hoy es el día a día de muchos, hubiese sido posible.

Teléfonos, ordenadores, televisores, equipos de música, e incluso heladeras, lámparas y casas completas necesitan de internet. Para ofrecernos todo lo que consumimos en estos dispositivos, desde redes sociales, películas, series, videojuegos, leer noticias, buscar información, necesitan poder comunicarse entre sí.

Internet es una red masiva que conecta a millones de dispositivos mediante una infraestructura de cable y aire, que permite mover datos de un lado a otro de

forma eficiente. Información que puede estar, físicamente, en algún enorme servidor en otro continente, o también en el ordenador de otra persona que vive a tres casas de nosotros.

Esta interconexión es posible gracias a dos cosas que parecen muy evidentes: que cada dispositivo tiene una especie de dirección postal, llamada IP (Protocolo de internet), para poder encontrarse, y que todos utilizan un lenguaje universal llamado TCP (Protocolo de Control de Transmisión). Sin alguna de esas dos cosas sería totalmente imposible la conexión total de la que disfrutamos hoy en día.

## EL PADRE DE INTERNET

Fue el 1 de enero de 1983 cuando por primera vez dos ordenadores intercambiaron información usando el protocolo TCP/IP, de forma oficial. Por más simple que parezca, desarrollar e implementar este lenguaje le llevó más de una década al equipo de científicos que lo creó, dirigidos por Vinton Cerf.

A sus 81 años, Cerf sigue trabajando en mejorar el acceso a internet para todo el mundo. Un trabajo que se inició en 1969, en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA). Allí, junto a Robert Kahn, comenzaron a resolver los problemas de crear una red de ordenadores, que era la naciente ARPANET, que buscaba vincular universidades e institutos de investigación en Estados Unidos.

**La información  
puede estar en un  
enorme servidor en  
otro continente o en  
el ordenador de otra  
persona a tres casas  
de nosotros**

## VINTON CERF

### «Proteger de la mala información»

**P**adre de Internet, inventor del primer sistema comercial de correo electrónico, Vint Cerf nunca ha dejado de innovar y de ir sumando al desarrollo de Internet. Un trabajo que lleva adelante desde hace 19 años en Google.

Muy interesante tuvo la oportunidad de conversar con él en la Universidad de Heidelberg, Alemania, una de las más antiguas de Europa, y que cada año recibe a los personajes más importantes de las ciencias de la computación y de las matemáticas en el congreso internacional Heidelberg Laureate Forum.

**¿Cuál es su opinión sobre la llamada decadencia de las plataformas? Internet buscaba compartir conocimiento, y se ve cada vez más un declive en la calidad de los servicios de información, según la opinión de diversos expertos.**

Lo que descubrimos, con dolor, es que Internet, la WWW y las aplicaciones que funcionan dentro de ellas, son amplificadores. Y, desafortunadamente, son amplificadores igualitarios.

No saben la diferencia entre la buena información y la mala información, simplemente la amplifican. Y esto lo hacemos nosotros mismos porque cuando entramos en las redes sociales a veces contribuimos a esa amplificación. El comportamiento de las personas es parte del problema.

Desearía tener una respuesta fácil, pero reconocer que tenemos un problema es el primer paso importante para resolverlo. Las regulaciones, por ahora no están funcionando porque es más un problema de comportamiento social.

Tenemos formas de protegernos de la mala información ejercitando y enseñando el pensamiento crítico.

**¿Qué piensa del daño que se puede generar desde Internet con *malware*, *ransomware*, y demás formas de robo de información?**

Yo solía pensar que la anonimidad en Internet era lo más importante. Pero ahora creo que, debido a los problemas que se están experimentando a nivel internacional, poder identificar a quienes están haciendo cosas dañinas es importante. Y más que existan acuerdos internacionales para esto, ya que el perpetrador puede estar en una jurisdicción y la víctima en otra, así es que no se trata de problemas locales, por eso se está discutiendo y se están llegando a un acuerdo sobre el tema en la Organización de las Naciones Unidas. Como director del Foro para la Gobernanza de Internet, tengo la posibilidad de participar de las discusio-



Vinton Cerf en la mesa redonda «La IA y el futuro de internet» desarrollada en la Digital Summ'R en Lyon del año 2018.

nes que apuntan a mejorar en estos aspectos, y es algo que esperamos lograr con los acuerdos llamados «La Internet Que Queremos».

**Siempre se muestra propenso a colaborar con jóvenes investigadores, ¿cuál cree que es el valor del vínculo entre científicos laureados y aquellos que aún se están iniciando?**

Los jóvenes están llenos de energía, llenos de preguntas y desafían a todos, tanto entre sí como a los investigadores laureados. Y yo considero que poder disfrutar de eso un privilegio. Cuando los jóvenes te abordan y dicen ¿por qué no hacemos X? Yo probablemente diga ¡Oh, lo intentamos hace 25 años y no funcionó! Y luego tengo que recordar que había una razón por la que no funcionó hace 25 años, y la razón puede no ser válida ahora. Los ordenadores son más rápidos, son más baratos, consumen menos energía y tienen más memoria. Así es que me he visto forzado a revisar muchas cosas en los casi 19 años que he pasado en Google, y ese es el beneficio de vincularse con los jóvenes investigadores.



De izquierda a derecha, Lawrence Roberts, Robert Khan, Vinton Cerf y Tim Berners-Lee en la entrega del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en 2002.

GETTY

## «El perpetrador puede estar en una jurisdicción y la víctima en otra, así que no se trata de problemas locales»

Khan trabajó en los años siguientes en otras redes que se estaban formando en Estados Unidos. Pero todas se enfrentaban al mismo problema, no tenían un método confiable para comunicarse entre sí, y eran

incompatibles. Era como si cada una hablase en un idioma distinto. Hacía falta una lengua común.

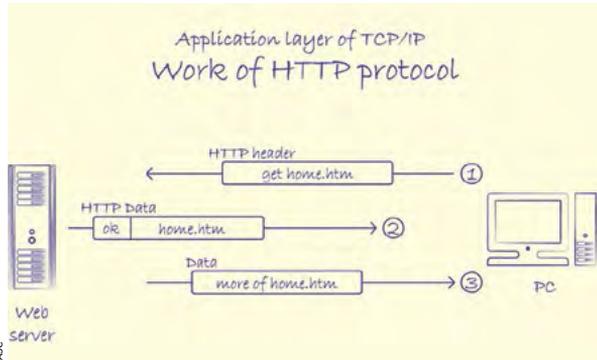
Ahí fue cuando Khan volvió a pedir ayuda a Vint Cerf, para desarrollar un lenguaje que pudiese interconectar a todas las redes, lo que luego llamarían Internet. Juntos formaron un equipo internacional de expertos que durante un seminario en junio de 1973 cimentó la idea de una red única mundial, la Internet.

Tras varios años de pruebas, Vint Cerf publicaría su famoso artículo científico de 1980 *Protocolos para Redes de Paquetes Interconectadas*, en el que describe el sistema TCP/IP que todavía sigue en uso. La forma



APC

Ken Thompson, fue junto a Dennis Ritchie uno de los inventores de Unix, un sistema operativo portable, multitarea y multiusuario creado en 1969. Incluso hoy, más de 35 años más tarde, muchos usamos los descendientes de este sistema operativo, como lo son Linux y Mac OS.



Los primeros ordenadores eran muy diferentes a los que utilizamos hoy en día. Había tarjetas perforadas que visibilizaban la información, como la de arriba a la izquierda, el tamaño de los equipos era inmenso y no había monitores, y la forma de comunicarse con esos ordenadores era a través de comandos en lenguajes de programación muy específicos.

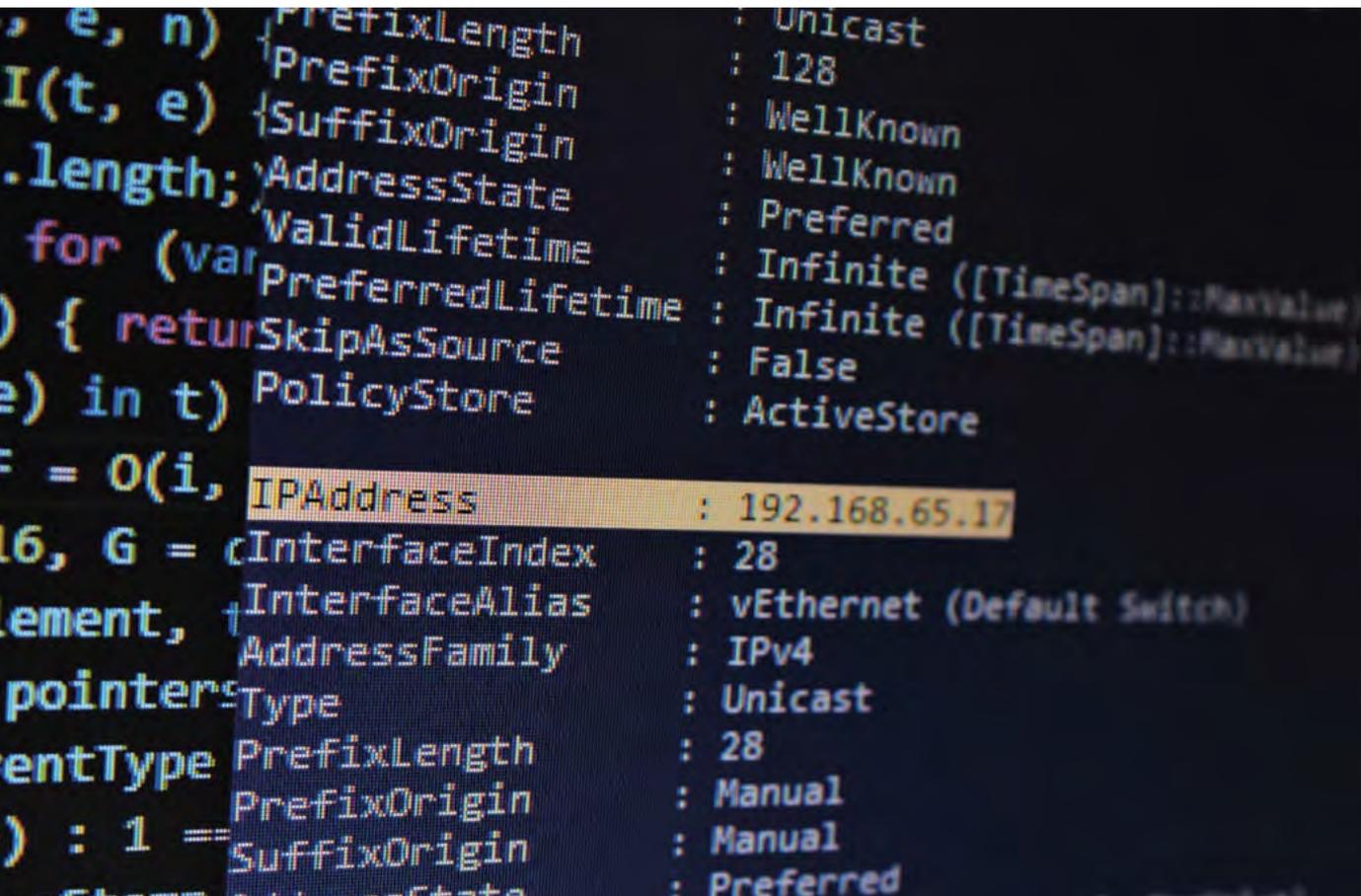
más eficiente de conectar una infinidad de dispositivos sin importar su ubicación geográfica y que todos se entiendan entre sí.

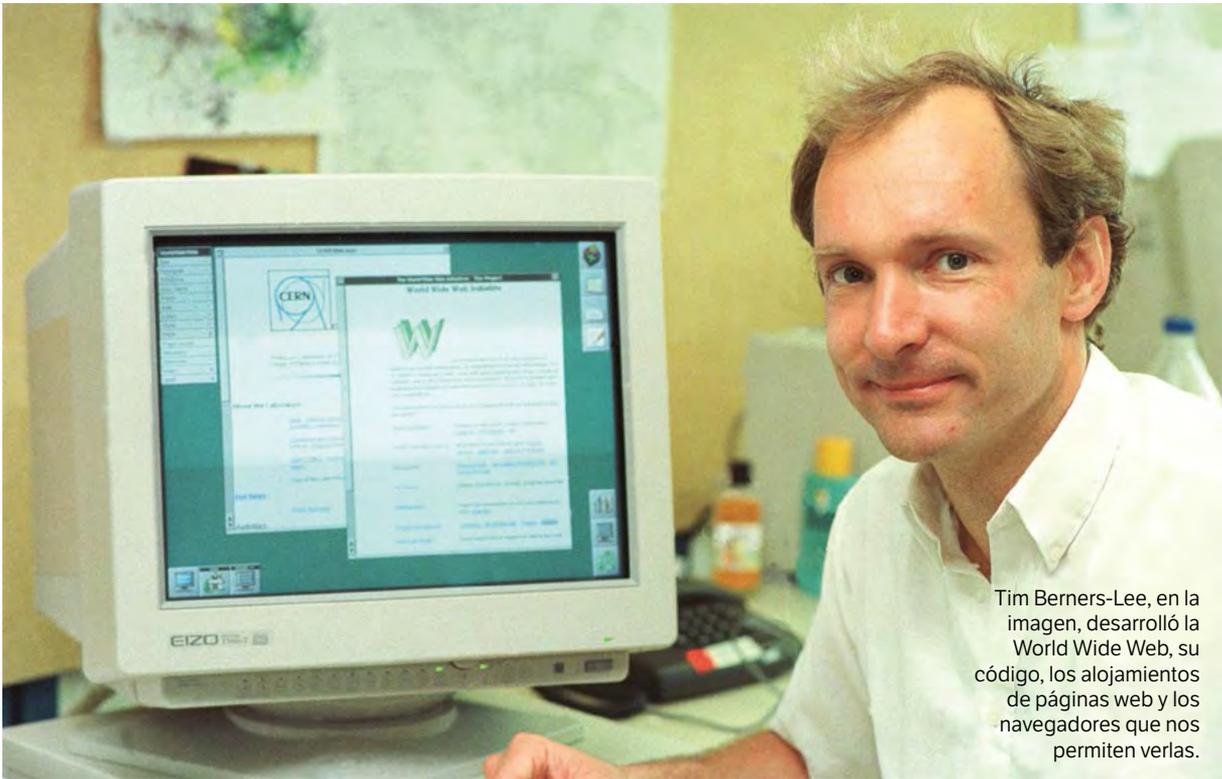
«INFORMACIÓN A ESCALA GLOBAL»

Pero ubiquémonos un poco en espacio y tiempo. La tecnología era muy diferente en los años 1970 en que se desarrolló lo que hoy conocemos como internet. Imaginen ordenadores del tamaño de una habitación distribuidos a lo largo de múltiples gabinetes del tamaño de un armario.

La forma en que una persona se comunicaba con esos ordenadores era muy diferente a la actual consistente en el ratón, el monitor y el teclado, o un sistema táctil como el de un móvil. Los ordenadores eran operados por expertos, ya que para poder usarlos se debían escribir comandos en un lenguaje de programación muy específico.

Las terminales no tenían monitores al principio, solo un teclado rudimentario. La única forma de visibilizar esa comunicación era mediante unas cintas y tarjetas perforadas. Los primeros monitores apare-





Tim Berners-Lee, en la imagen, desarrolló la World Wide Web, su código, los alojamientos de páginas web y los navegadores que nos permiten verlas.

ASO/CERN

## La idea de Cerf fue dividir todo en capas. La información se envía a través de la red en pequeños paquetes de datos

cieron al inicio de la década del 1980, y solo podían generar texto, no gráficos.

Es en este mundo en el que Vint Cerf ideó una forma para que esos primitivos ordenadores pudiesen conectarse entre sí, pero lo hizo con de una forma tan visionaria que, si bien ha pasado por diversas actualizaciones, se sigue utilizando hoy en día.

Su idea fue dividir todo en capas. La información se envía a través de la red en pequeños paquetes de datos. Cada uno de ellos sabe la dirección de donde sale, y también la del destino. Los paquetes son la parte llamada TCP y la dirección es la IP.

Pero aparte, con su equipo idearon la forma más idónea para que esa información llegase a destino y eso fue utilizando los *routers* para que guíen a los paquetes por el camino más eficiente. En aquellos tiempos solo iban por cable entre ciudades de Estados Unidos, pero con el crecimiento exponencial de Internet, llegaron a comunicar países y continentes mediante enormes cables submarinos de fibra óptica que cruzan casi todos los mares y océanos del planeta.

Cerf trabajó arduamente para que se estandarizase el protocolo TCP/IP y para que todas las redes existentes en aquel momento pudiesen operar entre sí. En los primeros tiempos se utilizó principalmente en ARPANET, que era una red que vinculaba ordenadores de instituciones académicas y de investigación de Estados Unidos.

Pero en los años 1980s, con la estandarización del protocolo TCP/IP, se creó una red conocida NSFNET, que reemplazó a ARPANET como columna vertebral



ASC

El *router* se remonta a los años 60 y 70. Se diseñó una red basada en la conmutación de paquetes que se llamó ARPANET (ARPA Network) y cuyo mecanismo facilitaba el uso eficiente de rutas alternativas. En la imagen, primer *router interface*.

Para Cerf es importante conocer el alcance del impacto social y económico de las nuevas tecnologías, ya que estas son amplificadoras de la buena pero también de la mala información.

## «Estoy más preocupado en encontrar formas alternativas de generar energía sin producir tanto dióxido de carbono»

de la naciente Internet. Muchas instituciones y empresas pudieron vincularse gracias a esto, lo que dio pie al nacimiento de emprendimientos comerciales, y eventualmente de la Internet como la conocemos: la World Wide Web.

Esta última pudo desarrollarse gracias a Tim Berners-Lee, que fue quien diseñó el código y los alojamientos de páginas web y los navegadores que nos permiten verlas hacia 1989.

### PLANEAR EL FUTURO

«En los tiempos en que estábamos desarrollando la Internet, nunca se me ocurrió pensar en qué podría salir mal. En esos primeros tiempos solo nos preocupaba el hecho de hacerla funcionar. La escala de lo que queríamos lograr era algo tan abrumante, que solo pensábamos en eso», explicó Vint Cerf a Muy. «Con el paso del tiempo, se volvió claro que necesitábamos tener en cuenta el impacto social y económico de esas nuevas tecnologías. Y debíamos ser conscientes de que necesitábamos saber eso».

Una de las preocupaciones del presente relacionadas con la infraestructura de internet es la huella ambiental que generan los centros de datos, por la gran cantidad de energía que consumen los enormes servidores donde se almacena casi toda la información a

la que podemos acceder en Internet. «No existe una preocupación actual de que nos podamos quedar sin espacio en los servidores, no vamos a vernos sobrepasados en el corto plazo», explicó Cerf.

«Estoy mucho más preocupado en encontrar formas alternativas de generar energía sin producir tanto dióxido de carbono. Si bien el consumo de energía no está siendo dominado por los centros de computación, es significativa la cantidad de electricidad que necesitan».

Pero, el presente tecnológico queda cada vez más rápido en el pasado, y hay gente que puede quedar atrás frente a los cambios continuos que se pueden medir mes a mes.

«No me preocupa tanto que los avances trepidantes de la tecnología lleven a que se pierdan algunos trabajos, lo que me preocupa es que la gente tenga la posibilidad de aprender nuevas habilidades para poder aprovechar esas nuevas tecnologías», declara el padre de Internet.

«Estamos viviendo tiempos de transformaciones rápidas y constantes. Si uno no quiere aprender cosas nuevas se vuelve cada vez menos relevante. Debemos motivarnos a informarnos sobre cómo aprender cosas nuevas para poder seguir siendo relevantes durante toda nuestra carrera», concluyó Cerf. □

POR LUCÍA  
SESMA PRIETO,  
filóloga



## ENTRE LAS VOCES, UNA

A PESAR DE NUESTROS MIEDOS Y DE QUE A VECES LA VOZ NO SALGA DE NUESTRA GARGANTA, SIEMPRE TENEMOS UNA VOZ PRESTADA PARA GRITAR.

**T**us pesadillas tienen en común que, llegado el momento de mayor angustia, en el que te sientes sin rumbo, perdida y en el lodo, como decía el bolero, quieres gritar para pedir ayuda, pero no te sale la voz. Siempre creíste que ni la palabra ni mucho menos la voz te faltarían jamás. Si alguna debilidad física acecha detrás de tu puerta es la vista, esa que hoy ha hecho una entrada triunfal: de una pata-da ha abierto el portón doble del salón del Oeste, ha echado mano a ambos lados de las pistole-ras y ha desenfundado una conjuntivitis aguda en cada ojo. Con una sonrisa soca-rrona de medio lado te ha dado a entender que tus mie-dos se han hecho realidad.

Las tazas de Mr. Wonder-ful, las portadas de los libros de autoayuda de medio pelo y las presentadoras de televisión que ganan planetarios premios de literatura te prometían, más bien, que los sueños se hacen realidad. Quizá los sue-ños son algo escurridizo en manos de algunos privilegiados y no hay pan para tantos.

**PUESTOS A CUMPLIR MIEDOS** entre las posibles amenazas relacionadas con la mala visión, el más terrible es la imposibilidad de leer. La primera vez que sucede, te parece inacep-table el escenario: negación. Nunca has sido muy normal, pero a estas alturas tampoco te importa, así que las cinco fases del duelo de las que hablan en las revistas de peluque-ría las vives con absoluto desorden. Tras negar la fatalidad, experimen-

tas una bajada a los infiernos que te provoca un llanto a los gritos. Las lágrimas saltan a borbotones acom-pañadas de un sonido ahogado en el que hipas a cada inhalación. Aquí, al menos, consigues gritar. Pasados los



SHUTTERSTOCK

días, negocias contigo misma la po-sibilidad de salvar este inconvenien-te y descargas audiolibros. Buscas la voz de los autores entre las líneas in-visibles que van traqueteando los lo-cutores con una perfecta dicción. Ca-sí estás a punto de aceptar y concluir el luto, cuando empiezas a notar que crece en ti una poderosa ira desbor-dada: la desubicada segunda fase.

**BLASFEMAS CONTRA EL DIOS** del Antiguo y el Nuevo Testamento, los dioses del Olimpo, los lares y pena-tes romanos, contra la «Virgencita,

que me quede como estoy» y arreme-tes improprios hasta al mismísimo Billy Wilder, que reina en los cielos, por hacer películas que aún no sa-bes cuándo podrás volver a ver. Los nueve círculos de Dante se iluminan con el relámpago que abarca todo el cielo nocturno, un fucilazo que te proyecta en un instante los primeros momentos importantes en los que un libro hizo que mereciera la pena vi-vir: las historietas de *La pequeña Lulú*, *El búho que tenía miedo de la oscuridad*, los versos tiernos de Gloria Fuertes, las *Rimas y leyendas* de Bécquer tan manoseadas en la pubertad y todos aquellos que, ya envenenada de la pasión por la literatura, te acompañaron en las esperas de hospital, las citas que llegaron tar-de o nunca llegaron y la deliciosa burbuja espaciotemporal de de-jarte llevar por una historia sin más razones que el puro placer.

Entonces, mientras escribes en papel y boli estas líneas, ayudada por una herramienta informática que traslada las palabras a un documen-to digital, encuentras una voz con la que gritar en este mal sueño: tomas prestada la segunda persona del singular que Paul Auster utilizó en su *Diario de invierno*. El omnipresente «tú» de la narración le sirve al neoyor-quino para hablar de sus devenires, repletos de dramas familiares, mé-dicos y criminales. El 2025 es el año de la serpiente de madera en el ho-róscopo chino, pero ahora que tienes una voz, aunque sea prestada, y furia, has tomado la decisión unilateral de que este año será el del tigre. Ven-drán pesadillas, pero esta vez has aprendido a rugir. □

DAVID PASTOR VICO  
Filósofo

## ¿QUÉ ES LA CONFIANZA?

SIN ELLA LAS SOCIEDADES NO FUNCIONARÍAN DE NINGUNA FORMA. PORQUE TODOS LOS QUE FORMAMOS PARTE DE ELLAS COMPARTIMOS, O CREEMOS HACERLO, UN CÓDIGO MORAL COMÚN QUE NOS PERMITE TENER FE, FIARNOS DE QUE EL OTRO VA A ACTUAR DE ACUERDO CON LO QUE ESPERAMOS DE ÉL.

**E**xisten una miríada de términos y conceptos que transitan de una disciplina a otra como si fueran piezas intercambiables de mil motores diferentes. No es extraño, por tanto, que un meteorólogo «ponga en valor» el efecto de una bajada de presión atmosférica o que un astrofísico dé la categoría de «certeza metafísica» a un suceso que sí o sí sucedió o sucederá nos pongamos como nos pongamos. Esto enriquece el lenguaje, sin duda, pero también expande la comprensión de la realidad particular de cada disciplina y ámbito del conocimiento y, bordeando sus propios límites semánticos, permite atisbar otras posibilidades para un desarrollo futuro... Recuerda que las ciencias de la complejidad van por estos sutiles caminos. ¿Que no sabes qué son las ciencias de la complejidad...? ¡Google es tu amigo!

Pero también llega a suceder que, algunos filósofos nos descubrimos atónitos y asombrados, aunque muy rara vez suceda, ante términos o conceptos que, siendo de uso universal en tiempo, lugar y forma, son capaces de encajar y solucionar *a priori* problemas que, en ocasiones, ni sabíamos que estaban ahí porque, simplemente, los habíamos obviado. Sí, no cabe duda de que es para quedarse con el culo torcido, pero cosas así hacen que la filosofía se sienta viva e intrigante, aunque ahora mismo no tengas ni idea de lo que te estoy hablando.

**HABLEMOS DE CONFIANZA.** Todos usamos la palabra confianza con sumo deleite desde que tenemos uso de razón, esto es así, pero pocas veces nos preguntamos por el

sentido de la misma. Esa, suponemos, debe ser labor de los lingüistas, los filólogos o los filósofos.

Y aunque esto de confiar en la historia de la filosofía es algo que no tarda en aparecer, como cuando Aristóteles le recuerda a su hijo Nicómaco «no confíes en un hombre que no tiene amigos, porque un hombre que no tiene amigos es imposible que sea feliz», resulta que escarbando en los diccionarios de mi gremio no aparecen entradas significativas sobre este concepto primario. ¿Casualidad? Ahora me estoy riendo.

El mundo de la economía hace años que se apoderó de él, y si buscamos en algún manual de referencia de esta disciplina podremos leer cosas como «La confianza es el eje de cualquier sistema económico eficiente», ¡venga ya! Y es que se toman muy en serio la cuestión de la confianza en el mundo de los dineros y hasta han establecido el «índice de confianza del consumidor», por ejemplo. Pues descubrieron que el optimismo y la confianza van de la mano, y sus razones han de tener para procurar que los consumidores confíen en la evolución de su economía personal y general... ¿será que así consumen más?

Tenemos claro también que las relaciones interpersonales deben basarse en la confianza para perdurar. Fíjate que lealtad o fidelidad son términos que tienen fundidos desde su concepción la necesidad de confianza en el otro para tener algún sentido cabal, aunque no han de faltar las voces que digan que esto ya está superado, que la fidelidad está sobrevalorada. Pero creo que no han entendido bien de qué va el rollo.

La sociología, desde su atalaya demoscópica, pre-

**“ Fíjate que lealtad o fidelidad son términos que tienen fundidos desde su concepción la necesidad de confianza en el otro para tener algún sentido cabal, aunque no faltan voces que digan que esto ya está superado ”**

gunta constantemente sobre cuánta confianza tienen los ciudadanos en sus instituciones, o entre ellos mismos y a esto lo llaman confianza interpersonal (apúntatelo). Y la psicología pivota entre la autoestima o la autoconfianza como herramientas torales en la construcción de una personalidad y una mente sana.

**¿Y LA FILOSOFÍA?** ¿Qué aporta la confianza a la filosofía, a la ética, que es de lo que aquí hablamos? Pues para poder ver el encaje de la confianza en la ética, por ejemplo, tendríamos que llegar a un consenso sobre qué es realmente la confianza. Damos por hecho que conocemos su raíz etimológica y que sabemos que «confiar» proviene de la unión del prefijo «con» y del verbo latín *fidere* (fiarse) que a su vez viene de *fides* que significa fe, lealtad y confiar. Por lo tanto, confiar es la acción de fiarse de alguien o algo, o de poner en ese alguien o algo nuestra fe.

¿Pero a efectos éticos, qué definición nos sería más rica? Adela Cortina, comentando un texto del politólogo Francis Fukuyama que se titula precisamente *La confianza*, donde aborda este concepto desde su campo de trabajo, llega a decirnos que «justamente es la confianza el principal "recurso moral" de una sociedad». ¡Ah caray! Esto sí que nos suena a ética de la buena.

¿Si apenas hemos teorizado sobre la confianza cómo es posible que sea el principal recurso moral de una sociedad? En filosofía solemos recordar a los neófitos que los árboles no les impidan ver el bosque. Que no se haya definido y tratado *ad nauseam* un término, no significa que no haya estado presente desde el mismísimo principio de las cosas. Y es que es más posible su omisión por obviedad, que por pereza o despiste.

Demos entonces una definición de confianza que nos permita entender ese papel tan principal que a todas luces parece que tiene.

Confiar es saber que el otro, o los otros, harán los que tú esperas que hagan.

**SÍ, CONFÍAR ES TENER FE EN EL O LOS OTROS**, cuando confiamos no especulamos, no dudamos, porque tenemos la

certeza de que el otro o los otros responderán tal como se espera que lo hagan. Si confías en el médico es porque sabes que te diagnosticará y tratará acertadamente, o por lo menos hará todo lo que esté en su mano para ello. Si confiamos en la guardería a la que llevamos a nuestros hijos es porque sabemos que cuidarán de ellos correctamente ya que, de lo contrario, jamás nos iríamos tranquilos dejándolos allí.

Es posible que aún no lo tengas demasiado claro y sé que hay un par de cosas que puede que te estén torturando las meninges. ¿Cómo sabe el otro, o los otros, lo que yo espero que hagan? ¿Y qué significa realmente ser un recurso moral, si no hemos aclarado aún qué es, o qué son, las morales?

Tienes mucha razón y estoy en deuda contigo. Si la ética es el modo en el que los animales humanos nos relacionamos, las reglas de esa relación son las morales. La moral es un cuerpo de normas, buenas formas o restricciones, que las sociedades establecen y que todos sus miembros asumen como propias. Por ahora conformémonos con eso.

Así pues, cuando yo confío en alguien, sé que esa persona hará lo que yo espero que haga en virtud del código moral que nos rige a ambos como miembros de una sociedad. Ahora me podrás decir que no te fías

de nadie y que la abuela fuma porros, pero lo que te acabo de plantear es, nada más y nada menos, que la razón por la cual las sociedades funcionan, cuando lo hacen, desde que el ser humano pisó la Tierra.

Por todo esto, estoy totalmente de acuerdo con la afirmación de que la confianza, repito, es el principal recurso moral de una sociedad. Sin confianza no podríamos hacer absolutamente nada, pues nuestra naturaleza política, precisa de la acción de los demás para que la ingeniería social avance y no colapse sobre sí misma, como puede que ya sucediera o suceda pronto en algún rincón del mundo. Ya hablaremos de esto más adelante.

Sé que seguro que tienes ahora más dudas que antes de empezar a leer... ¿pero acaso no es maravilloso esto de la filosofía? Continuará... □



# ACS LIDERA LA EVOLUCIÓN HOSPITALARIA CON UNA NUEVA GENERACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

El Grupo apuesta por el sector sanitario como uno de los ejes de la nueva estrategia, enfocada en los proyectos de nueva generación, y afianza su liderazgo internacional a través de Turner, Dragados, CIMIC y Hochtief.



En un mundo donde la atención médica requiere infraestructuras más resilientes, eficientes y centradas en las personas, el Grupo ACS ha asumido un papel protagonista en la transformación de la construcción hospitalaria a nivel global.

Con un enfoque que combina innovación, sostenibilidad y funcionalidad, ACS y sus filiales –Turner, CIMIC, Dragados y Hochtief– lideran la creación de hospitales que no solo responden a las demandas actuales, sino que también anticipan los retos sanitarios del futuro. Estas compañías, referentes en sus respectivos mercados, han consolidado a ACS como un actor clave en la construcción de infraestructuras hospitalarias de vanguardia en América, Europa, Asia y Asia-Pacífico.

Cada filial de ACS aporta su experiencia y especialización para abordar proyectos que van desde centros de atención primaria hasta hospitales universitarios de alta complejidad y centros especializados en oncología, pediatría y cardiología. La premisa común en todos estos proyectos es clara: poner a las personas en el centro. Esto se traduce en hospitales que no solo son eficientes y tecnológicamente avanzados, sino también cálidos, acogedores y diseñados para mejorar la experiencia de pacientes, familiares y personal sanitario.

## UN LIDERAZGO SIN FRONTERAS: ESTADOS UNIDOS, ESPAÑA, AUSTRALIA Y ALEMANIA

El liderazgo del Grupo ACS no entiende de fronteras. Con presencia en las principales regiones económicas

del mundo, el Grupo se ha posicionado como un referente absoluto en el sector sanitario de Norteamérica, a través de Turner, y en el de Australia con CIMIC. Turner acaba de cumplir un siglo construyendo instalaciones médicas y un 25% de su actividad se centra en proyectos sanitarios, generando ingresos anuales que superan los 3.500 millones de dólares.

## PROYECTOS EMBLEMÁTICOS:

En España, la referencia es Dragados, que cuenta con cerca de 200 instalaciones a sus espaldas, mientras que la huella del Grupo también está presente en Alemania a través de Hochtief. Algunos de los proyectos más destacados del Grupo en todo el mundo son:

- **David H. Koch Center for Cancer Care (EE. UU.)** – **Turner**: su diseño integral permite a los pacientes recibir la mayoría de sus tratamientos en un solo lugar, optimizando tiempos y recursos.
- **New Royal Adelaide Hospital (Australia)** – **CIMIC**: incorporación de sistemas automatizados que agilizan la logística hospitalaria y mejoran la eficiencia del personal sanitario.
- **University Hospital Hamburg-Eppendorf (Alemania)** – **Hochtief**: un referente en Europa que combina eficiencia operativa y diseño centrado en la experiencia del paciente.
- **Hospital Universitario Son Espases (España)** – **Dragados**: con más de 1.000 camas y 172.000 m<sup>2</sup> de superficie, integra 26 quirófanos y áreas de cuidados intensivos, priorizando la funcionalidad y el confort.
- **Nuevo Hospital Universitario La Fe (España)** – **Dragados**: un complejo hospitalario de 266.918 m<sup>2</sup> que alberga 35 quirófanos y modernas salas de radiología, destacan por su diseño eficiente y tecnología puntera.

Hospital infantil de Filadelfia, construido por Turner (ACS).



ACS

•**Hospital de Bellvitge (España) – Dragados:** referente en alta complejidad, cuenta con 31 quirófanos y espacios pensados para una atención ágil y cómoda.

### **EL COMPROMISO DE ACS CON LA SALUD GLOBAL**

A través de sus filiales, ACS ha consolidado una trayectoria destacada en la construcción hospitalaria a nivel mundial. Más de 2.000 proyectos hospitalarios en Estados Unidos completados por Turner, 177 centros sanitarios construidos por Dragados en España, junto con numerosos hospitales emblemáticos desarrollados por Hochtief en Europa y proyectos innovadores liderados por CIMIC en Australia y Nueva Zelanda, evidencian el alcance global de estas compañías. Esta

red internacional permite abordar proyectos de cualquier magnitud, adaptándose a las normativas locales sin perder de vista un enfoque global y centrado en las personas.

Más allá de la construcción, ACS reafirma su compromiso con el bienestar social, la innovación y la sostenibilidad. Sus hospitales son espacios que no solo ofrecen atención médica de calidad, sino que también reflejan un compromiso genuino con las comunidades a las que sirven. En cada proyecto, la prioridad es crear entornos donde la tecnología, el diseño y la atención humana se fusionen para brindar la mejor experiencia posible a pacientes, familiares y profesionales de la salud.



# TESTAMENTO VITAL

## Un paso imprescindible en nuestras vidas

Hacerlo supone ejercer un derecho que nos permite dejar por escrito qué tratamientos médicos queremos que se nos administren y qué queremos que hagan con nuestro cuerpo tras la muerte.

Texto de **ANTONIO ALARCÓ HERNÁNDEZ**, Catedrático de Cirugía. Presidente de la Cátedra de Telemedicina, Robótica y Telecirugía de la ULL. Doctor en Ciencia de la Información y Sociología. Exsenador y Portavoz de Sanidad.

# E

s una obviedad decirlo, pero sí es bueno recordar que si hay algo que nos iguala a toda la humanidad es que tenemos un final, que la muerte es un hecho-paso seguro que hay que dar, y además que es individual e intransferible. Por tanto, merece la pena meditar sobre este trascendental momento con toda la frialdad

y normalidad que sea posible, ya que es algo que es absolutamente inevitable.

Dentro de esta reflexión, debería figurar el testamento vital, llamado así o también Documento de Instrucciones Previas o Testamento de Voluntades Anticipadas. Este es el documento en el que una persona libremente deja constancia escrita de su voluntad en relación a los tratamientos médicos a los que desea someterse o cuando no pueda expresarse por sí misma, o una vez fallecida sobre el destino de su cuerpo o de sus órganos. Este testamento es fundamental para que esa voluntad

se cumpla en el momento que esa persona llegue a determinadas situaciones críticas, al final de su vida, que le impidan expresar su voluntad personalmente.

Nos referimos al testamento vital para expresar sobre todo lo que queremos antes de morir y en algún caso después del óbito. Por ejemplo, se puede dejar establecida la idea de que nuestro cuerpo sea donado a la ciencia después de fallecer o si se quiere ser desconectado de una máquina de soporte vital en el caso de que sin ella no se pueda sobrevivir. También se denomina «derecho a morir dignamente» (DMD).

Todos deberíamos saber que este documento no solo permite al ciudadano-paciente influir en su futura atención sanitaria, sino que a través de él se facilitamos a los profesionales sanitarios el tomar decisiones que respeten la voluntad del paciente en momentos definitivos. También es verdad que en nuestro país se aprobó por urgencia la eutanasia y sigue pendiente la Ley de Cuidados Paliativos (grandísima incongruencia). Los cuidados paliativos implican definirlos como cuidado total y activo de los pacientes cuya enfermedad

no responde a tratamiento curativo. Para los cuidados paliativos es fundamental el control del dolor y de los síntomas, pero también de otros aspectos psicológicos, sociales y emocionales. Los cuidados paliativos (en adelante CP) son interdisciplinarios e incluyen al paciente, la familia y su entorno. En cierto sentido, hacer cuidados paliativos es ofrecer lo más integral del concepto de CUIDAR, cubriendo las necesidades del paciente, independientemente de donde está siendo cuidado, bien en casa o bien en el hospital, aclarando que, al igual que otra especialización de la medicina, la práctica de los cuidados paliativos requiere de una formación específica. Cuando la situación se complica y se hace más difícil, es conveniente tener el apoyo de un equipo interdisciplinar. Los equipos interdisciplinarios de cuidados paliativos están formados por profesionales que se dedican exclusivamente a trabajar con personas con enfermedad avanzada y terminal. Además, esta atención es un derecho reconocido por diferentes organismos internacionales y una prestación sanitaria que la legislación española contempla como básica en la Ley de Cohesión y Calidad en el Sistema Nacional de Salud y que a su vez recoge dentro de la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud.

## REGULAR UN DERECHO

Hablar de testamento vital sin que se desarrolle la Ley Orgánica que regule el derecho a una adecuada atención sanitaria en el proceso final de la vida es imprescindible para poder comprender el derecho al bien morir, y tristemente todavía no se ha desarrollado en nuestro país de forma adecuada. Establecer todos los deberes de los profesionales sanitarios que atienden a los pacientes que se encuentran en esta situación, es fundamental.

Por otra parte, los ciudadanos tenemos que tener la garantía de que las instituciones sanitarias están obligadas a ofrecer los cuidados necesarios para garantizar el respeto, la dignidad y la autonomía de la persona al final de su vida.

Otro concepto importante es el de unos cuidados paliativos equitativos, multidisciplinarios y de calidad, tanto en la atención hospitalaria como en la atención domiciliaria a todos los pacientes que lo precisen con pleno respeto a la dignidad, libertad, derecho, autonomía, deseos, creencia, valores y dignidad de la persona.

En definitiva, hablamos de la puesta en marcha de un área de capacitación específica en materia de cuidados paliativos de conformidad con lo establecido en el art. 24 de la Ley 44/2003 de 21 de noviembre de Ordenación de las Profesiones Sanitarias.

En nuestro país, existe un déficit importantísimo de cuidados paliativos, lo que está haciendo que muchos ciudadanos que precisan cuidados específicos no los



SHUTTERSTOCK

tengan. Por eso, reclamamos que en el momento en el que hablamos de testamento vital, sea imprescindible establecer la práctica generalizada con evidencia científica de los cuidados paliativos. No tiene ningún sentido haber sacado la Ley de Eutanasia sin antes haber puesto en práctica la Ley de Cuidados Paliativos.

El testamento vital y su realización están reconocidos a nivel estatal desde el año 2022, pero mucha gente todavía no sabe que existen, de ahí la necesidad de que la Administración (el Ministerio mal llamado de Sanidad, que debe denominarse Ministerio de la Salud), lo divulgue convenientemente con campañas de comunicación profesionales.

Este paso imprescindible tiene validez en todo el territorio nacional, ya que si se hace de la forma adecuada y es registrado digitalmente podrá tener eco en cualquier comunidad autónoma de nuestro país.

En definitiva, el testamento que define nuestro destino tiene distintos nombres en nuestras comunidades autónomas, lo que por cierto, a mi entender, es un grave error que debe de ser corregido y lograr una igualdad de nombre. Por ejemplo, en la Comunidad Autónoma de Cantabria se llama Registro de Voluntades Previas, en Extremadura Expresión Anticipada de Voluntades, en Andalucía Documento de Voluntad Vital Anticipada, etc. Es imprescindible lograr la igualdad de nombre.

Sería conveniente, pero no imprescindible, nombrar un o una representante de DMD para tener más garantías y la prioridad que establece la ley sería: cónyuge, descendientes, ascendientes, hermanos, principal cuidador, etc. Podría ser cualquier persona mayor de edad, excepto los siguientes supuestos: funcionario/a, empleado público encargado del registro de las instrucciones previas; los/las testigos ante los que se formalice el documento de instrucciones previas; el personal sanitario que debe aplicar las instrucciones previas; en el ámbito de la sanidad privada, el personal con relación contractual, de servicio o análoga, con la entidad privada de seguro médico.

Para la formalización del documento ante las unidades administrativas habilitadas se requiere la presentación de la fotocopia del DNI del representante o representantes.

Para dar validez al documento, los centros sanitarios y sociosanitarios públicos y privados deberán adop-

# Los cuidados paliativos tienen que estar en la cartera universal de servicios para todos los españoles

tar las medidas que posibiliten que las instrucciones previas se puedan otorgar y registrar en las unidades administrativas y en los servicios de atención al paciente de los mismos. Teniendo la obligación de remitir los documentos otorgados de sus pacientes al Registro de Instrucciones Previas de la Comunidad (Ley 4/2017 de 9 de marzo, de derechos y garantía de las personas en el derecho de morir).

Los requisitos y la normativa del testamento vital están establecidos de manera legal en la Ley 14/2002 reguladora de la Autonomía del Paciente y de Derechos y Obligaciones (de los pacientes, los profesionales y los servicios sanitarios públicos y privados) en materia de información y documentación crítica, así como en varias normativas ya publicadas.

En 2007 se publicó el Real Decreto 124 que establece cómo realizar el Registro Nacional de Instrucciones Previas y el correspondiente Fichero de Datos Automatizados de Carácter Personal.

Por otro lado, las Comunidades Autónomas tienen la posibilidad de poner sus propias normativas, casi todas puramente formales de cómo y con qué modelo de formularios se pueden realizar.

## ES REVERSIBLE

Las normativas suelen ser las mismas en toda España, teniendo las comunidades autónomas la obligación de ser permeables en estos documentos entre todas ellas así como con las dos ciudades autónomas.

Aparte del documento de instrucciones previas al que se refiere la Ley 41/2002, ha de inscribirse en un Registro Nacional de Instrucciones Previas.

Otra forma de realizarla es: escritura pública ante notario –ante personal funcionario del registro de instrucciones previas– o mediante un documento privado firmado ante tres testigos mayores de edad y con plena capacidad de obrar. Entre el testamento vital y las voluntades anticipadas o instrucciones previas no hay ninguna diferencia, son tres formas de referirse al mismo concepto.

El testamento vital, como todos los demás testamentos, no es irreversible. Se puede modificar o anular siempre que sea en plenas facultades del afectado o de sus tutores legales o judiciales. En cualquier caso, se debe destruir el documento anterior y siempre se recomienda hacerlo mediante el mismo mecanismo, ante notario y tres testigos o ante el registro. Como todo documento, existen una serie de requisitos para poder firmar un testamento vital:

-Ser mayor de edad o menor de edad a partir de 16 años siempre que estén emancipados. Si no es así, de-

El testamento vital tiene que contener estos puntos:

- Las instrucciones y límites sobre los cuidados médicos que desea recibir o no en el supuesto de padecer una enfermedad incurable o terminal.
- Si desea recibir atención religiosa.
- Si desea ser incinerado o enterrado.
- Si desea donar sus órganos cuando fallezca.
- Si desea ser enterrado o incinerado en el momento de su muerte.
- Quién es el representante autorizado para ayudar a interpretar las instrucciones, si las hay, o asumir las decisiones cuando no se hayan previsto.

cidarán los propietarios de la patria potestad (padres o tutores legales).

-Se debe otorgar o ante un notario, tres testigos sin relación familiar o ante un registro autonómico.

-Se debe depositar en un registro de instrucciones previas de cada comunidad autónoma dependiente de la Consejería de Sanidad autonómica o bien ante su equivalente nacional.

Las autoridades sanitarias nacionales, en primer lugar, y las autonómicas después, tienen la obligación de dar a conocer, facilitar y divulgar de forma correcta la realización de dicho testamento para que, con una forma de acceso sencilla y bien explicada, a coste cero, pueda quedar plasmado un paso tan importante como es el testamento vital.

Sería una tarea urgente a realizar por el Ministerio de Sanidad y las comunidades autónomas (Comité Interterritorial de Sanidad), crear un modelo oficial de instrucciones previas digitalizado con los criterios de obligado cumplimiento, para que así se facilite a todos los ciudadanos la realización de este crucial documento del testamento vital.

Hay que insistir en que este documento es reversible siempre que quiera la persona firmante.

Es muy importante que todos los ciudadanos documenten los deseos y preferencias médicas con anticipación, para asegurarse de que se cumplan en caso de que ocurra una situación imprevista y así ayudar a disminuir la carga emocional y facilitar la toma de decisiones a los familiares, garantizando el respeto a la autonomía y a la dignidad de la persona en todo momento. □

**El testamento vital (derecho a morir dignamente) debe de normalizarse en todas las comunidades autónomas, dotándolo de un fácil acceso y siendo informatizado**

# ¿CÓMO SE FORMARON LOS AGUJEROS NEGROS SUPERMASIVOS?



**Mar Mezcua Pallerola,**  
Licenciada en Física,  
especialización en  
Astrofísica.  
Doctora en Ciencias  
Naturales. Investigadora  
del CSIC en el Instituto  
de Ciencias del Espacio.

Los agujeros negros supermasivos se encuentran en el centro de la mayoría, por no decir todas, las galaxias grandes y masivas como nuestra Vía Láctea. Estos agujeros tienen más de un millón de veces la masa del Sol (de ahí el término «supermasivo») y pueden llegar a ser más brillantes que toda la galaxia que los alberga. Este brillo no proviene del agujero negro en sí, ya que este atrapa la luz, sino de la materia que gira a su alrededor y que se calienta a altas temperaturas, emitiendo radiación desde longitudes de onda ópticas y ultravioleta a rayos X. Esto nos permite detectar aquellos agujeros negros supermasivos que están activamente engullendo materia, los

llamados núcleos activos de galaxia (o AGN por sus siglas en inglés). Los agujeros negros supermasivos inactivos, o con poca materia que devorar, como es el caso de Sgr A\* (el agujero negro supermasivo en el centro de nuestra Galaxia) solo los podemos detectar a partir del movimiento de estrellas individuales a su alrededor (investigación galardonada con el Premio Nobel de Física en 2020) u obteniendo una imagen directa de la sombra del agujero negro mediante observaciones en ondas de radio a alta resolución (el llamado Event Horizon Telescope).

Es común que los núcleos activos de galaxia emitan radiación en forma de vientos o chorros de luz muy colimados. Estos son capaces



Los agujeros negros supermasivos pueden ser más brillantes que toda la galaxia. Su luz proviene de la materia que gira a su alrededor y que se calienta a altas temperaturas.



**ENLACE AL CANAL**

[x.com/byneontelegram](https://x.com/byneontelegram)

O escanea el código QR:



Galaxia en espiral NGC 4395, imagen registrada por el telescopio espacial Hubble.

de extenderse más allá de la región central donde se encuentra el agujero negro supermasivo, atravesando toda la galaxia y llegando incluso al espacio intergaláctico. En su trayecto, el impacto de estos vientos y chorros de luz con el gas que hay en la galaxia puede hacer que se prevenga la formación de estrellas (debido a que el gas destinado a formar estrellas es empujado fuera de las regiones de formación estelar) o al revés, que se generen nuevas estre-

llas (por compresión del gas). Debido a este control de los procesos de formación estelar, se cree que los agujeros negros supermasivos juegan un papel clave en el crecimiento y la evolución de las galaxias.

### **AGUJEROS NEGROS SUPERMASIVOS EN EL UNIVERSO TEMPRANO**

Se cree que los agujeros negros supermasivos provienen de agujeros negros estelares, los cuales son el resultado de la muerte de una estre-

lla masiva (esto es, unas 10 veces más masiva que nuestro Sol) después de que esta explote en forma de supernova. Estos agujeros negros estelares pueden ir creciendo durante miles de millones de años gracias a ir engullendo la materia que tienen a su alrededor y a fusiones con otros agujeros negros estelares, hasta convertirse en supermasivos. Esto puede explicar la existencia de agujeros negros supermasivos en nuestro universo actual. Sin embargo, se han detectado agujeros negros supermasivos cuando el universo era muy joven, cuanto tenía menos de 500 millones de años (actualmente tiene 13 800 millones de años). En particular, el telescopio espacial James Webb está encontrando núcleos activos de galaxia cada vez más y más lejanos, es decir, cuando el universo era más y más joven. En 500 millones de años, estos agujeros negros supermasivos no tienen tiempo de haber crecido a partir de agujeros negros estelares, se necesitan muchos más años. Entonces, ¿cómo se han formado?

### **AGUJEROS NEGROS SEMILLA DE MASA INTERMEDIA**

Se cree que los agujeros negros supermasivos encontrados cuando el universo era muy joven tienen que haber crecido a partir de agujeros negros de masa intermedia, los cua-



NASA

Con el Event Horizon Telescope (EHT) se captó la imagen del agujero negro en el centro de la galaxia M87, rodeado por la emisión de gas caliente que gira a su alrededor bajo la intensa gravedad de su horizonte de sucesos.



NASA

les son más masivos que los estelares pero menos que los supermasivos, de ahí el término «de masa intermedia». Estos agujeros negros de masa intermedia o semilla sí que tienen tiempo de convertirse en supermasivos en menos de 500 millones de años gracias a ir tragando la materia que tienen a su alrededor o por fusión con otros agujeros negros semilla. Los agujeros negros de masa intermedia se podrían formar pues en cúmulos estelares, en los que hay muchas estrellas y por lo tanto muchos agujeros negros estelares que se pueden fusionar en uno de masa intermedia. Otra opción es que los agujeros negros semilla se formasen a partir de la muerte de las primeras estrellas, las cuales eran mucho más masivas que las estrellas de hoy en día y por lo tanto, a su muerte, los agujeros negros que se crearon eran también mucho más masivos (esto es, de masa intermedia en vez de estelares).

### EN BÚSCA DE AGUJEROS NEGROS SEMILLA

Debido a que los agujeros negros semilla son menos masivos que los agujeros negros supermasivos, la materia a su alrededor no emite tanta radiación al ser tragada y por

lo tanto los agujeros negros semilla son difíciles de detectar, sobre todo aquellos muy lejanos formados cuando el universo era joven. Por suerte, no todos los agujeros negros semilla de masa intermedia crecieron y se convirtieron en supermasivos. Aquellos que no encontraron otros agujeros negros con quien fusionarse o que no tuvieron suficiente materia a su alrededor para crecer deberían de encontrarse hoy en día tal y como eran cuando se formaron cuando el universo era joven. Estos agujeros negros semilla «reliquia» podrían encontrarse en galaxias enanas, las cuales son más pequeñas que las masivas y por lo tanto se espera que con-

tengan agujeros negros de masa intermedia y no supermasivos. De hecho en los últimos años se han encontrado cientos de núcleos activos de galaxia en galaxias enanas cuyos agujeros negros tienen masas intermedias. Si estos agujeros negros son las reliquias de aquellos agujeros negros semilla del universo temprano que no crecieron para convertirse en supermasivos aún está por esclarecer.

### LA NUEVA GENERACIÓN DE TELESCOPIOS

En los próximos años esperamos que tanto el número de detecciones de agujeros negros supermasivos en el universo temprano como el de galaxias enanas que contengan agujeros negros de masa intermedia aumente de manera exponencial gracias a una nueva generación de telescopios como son el telescopio espacial Euclid, el barrido espectroscópico DESI o la red de radio telescopios SKA, además del telescopio espacial Webb, entre otros. Esto nos permitirá aclarar cuándo y cómo se formaron los agujeros negros supermasivos, así como comprender mejor cómo estos pueden afectar a las galaxias que los albergan. □

**Los agujeros  
negros semilla son  
más difíciles de  
detectar, sobre  
todo los  
muy lejanos**



El cáncer de células de la granulosa es un tipo raro de tumor que representa alrededor del 5 % de los cánceres de ovario.

## EDICIÓN GENÉTICA CRISPR CONTRA EL CÁNCER: ELIMINANDO UNA MUTACIÓN EN FOXL2 PARA FRENAR TUMORES OVÁRICOS



**Ignacio Pérez de Castro**,  
Doctor en Ciencias Biológicas  
por la Universidad Autónoma  
de Madrid e Investigador  
Científico del Instituto  
de Salud Carlos III.

**E**l cáncer de células de la granulosa es un tipo raro de tumor que representa alrededor del 5 % de los cánceres de ovario. Aunque su progresión suele ser lenta, tiende a reaparecer años después del tratamiento inicial, lo que lo convierte en un desafío clínico.

Uno de los descubrimientos clave en este tipo de cáncer fue la identificación de una mutación genética recurrente en el gen FOXL2 (c.402C>G), presente en más del 97 % de los casos de este tumor. Recientemente se ha demostrado que esta alteración genética juega un papel crucial en el desarrollo de este tipo de tumores, lo que la convierte en diana para el desarrollo de nuevos tratamientos.

Una investigación reciente de nuestro grupo, desde el Instituto de Investigación de Enfermedades Raras (IIER) del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), y publicada en la revista *Molecular Oncology*, muestra que el uso de la tecnología CRISPR-Cas9 para eliminar esta mutación genética reduce significativamente la agresividad de las células tumorales.

CRISPR es una herramienta que permite editar genes, y que está abriendo numerosas posibilidades en el campo de la biotecnología y, de forma específica en el de la biomedicina para avanzar en el tratamiento de las enfermedades humanas.

Los resultados de este estudio, realizado en un modelo celular, su-

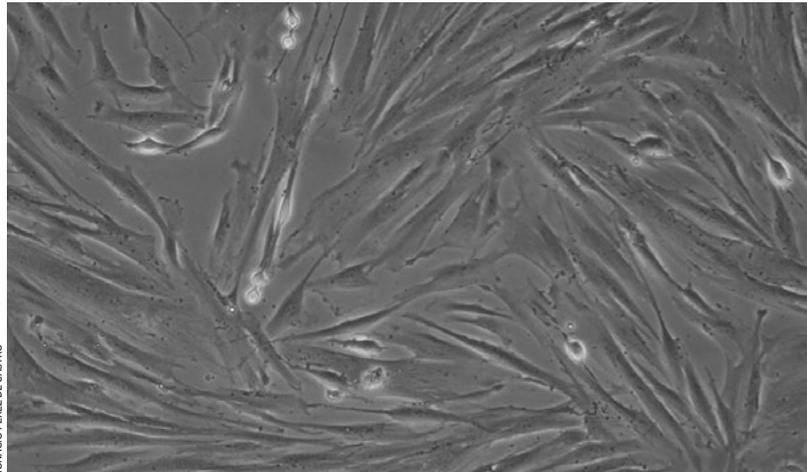
gieren que la edición genética podría ser una estrategia prometedora para tratar este tipo de cáncer en el futuro. Los estudios en modelo celular, o *in vitro*, como el llevado a cabo en este caso, constituyen el primer escalón de la escalera que conduce al desarrollo de nuevas terapias antitumorales. En las siguientes etapas se confirman las pruebas de concepto establecidas en sistemas más complejos, normalmente consistentes en modelos animales. Si estas fases se van superando con éxito, las agencias que regulan el desarrollo de medicamentos permiten plantear ensayos clínicos con personas, que es el último paso antes de conceder la aprobación de la posible terapia para el uso humano.

## EL PAPEL DE FOXL2 EN EL CÁNCER DE CÉLULAS DE LA GRANULOSA

FOXL2 es un factor de transcripción esencial para el desarrollo y el funcionamiento de los ovarios. En condiciones normales, regula la expresión de genes involucrados en la diferenciación celular y la respuesta al estrés, entre otras actividades, de las células ováricas. Sin embargo, una mutación genética específica, denominada c.402C>G, altera su función y contribuye a la aparición y progresión de este tipo de cáncer.

Es importante destacar que la mutación solo se detecta en una de las dos copias del gen.

En el estudio que hemos realizado en el Instituto de Investigación de Enfermedades Raras del ISCIII nos



IGNACIO PÉREZ DE CASTRO

Imagen de un cultivo primario de células de tumores de la granulosa. En el cáncer de ovarios se identificó una mutación genética recurrente en el gen FOXL2.

planteamos varias hipótesis de partida. Una de ellas implicaba que la tecnología CRISPR nos iba a permitir destruir de forma específica esta mutación, algo que conduciría a la pérdida de expresión de la forma mutada de FOXL2. También nos planteamos que este cambio genético podría conllevar un cambio celular con la desaparición de propiedades malignas. Por último, hipotetizamos que el estudio comparativo de las células editadas mediante CRISPR respecto a las tumorales de las que proceden podría ayudarnos a encontrar nuevas estrategias terapéuticas. Las tres hipótesis nos condujeron a descubrimientos muy interesantes.

## CRISPR: UN ARMA LETAL Y ESPECÍFICA PARA LA MUTACIÓN

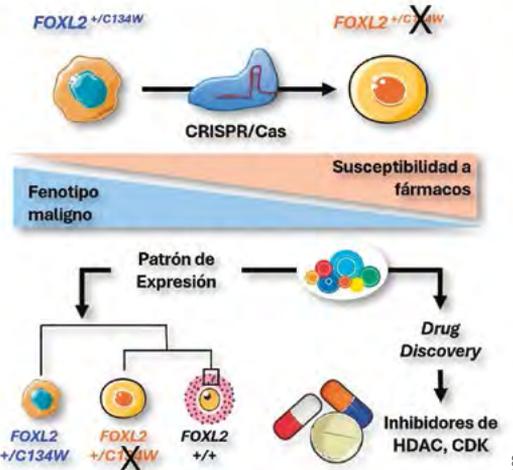
CRISPR es una herramienta de edición genética generada a partir de un sistema bacteriano de defensa contra infecciones de virus y otras bacterias. Los complejos CRISPR pueden modificar secuencias específicas de ADN gracias a la acción combinada de sus dos componentes principales: una molécula guía de ARN y una endonucleasa que provoca la rotura del ADN de doble cadena. El proceso es

algo técnico y complejo: en nuestro estudio diseñamos una guía que incluía la mutación c.402C>G y que, asociada a Cas9, permitía que esta endonucleasa de primera generación produjese roturas de ADN en la secuencia mutante. Estas roturas son corregidas por la maquinaria de reparación celular, de tal forma que en la mayoría de los casos se introducen nuevas mutaciones que provocan la aparición de secuencias de parada de lectura. El resultado final es la expresión de una proteína FOXL2 truncada y que no porta la mutación. El hecho de que no fuéramos capaces de detectar actividad de la maquinaria CRISPR sobre la copia no mutada de FOXL2 constató la especificidad del sistema diseñado.

## RESULTADOS PROMETEDORES EN MODELOS CELULARES

Una vez confirmamos nuestra primera hipótesis, pasamos a estudiar cuáles eran los efectos celulares provocados en las células tumorales de la granulosa cuando eliminábamos la mutación en FOXL2. Nuestros resultados mostraron que las células editadas con CRISPR/Cas9 presentaban una menor capacidad de proli-

La mutación FOXL2 c.402C>G impulsa los tumores de células de la granulosa. Usando tecnología CRISPR corregimos selectivamente esta mutación, lo que redujo la malignidad y aumentó la sensibilidad a dasatinib y ketoconazol. Los cambios transcriptómicos revelaron nuevas estrategias terapéuticas, demostrando el potencial de CRISPR para tratar este raro cáncer de ovario.



ASC



ASC

En la imagen, integrantes de la Unidad de Terapia Génica del Instituto de Investigación de Enfermedades Raras del ISCIII que han participado en el estudio.

feración y migración, lo que indica una reducción en la agresividad del tumor. También detectamos alteraciones en rutas moleculares implicadas en la regulación del crecimiento y la supervivencia celular. Además, las células editadas se mostraron inoperantes cuando fueron inyectadas en peces cebra, un sistema modelo en el que estudiamos *in vivo* la aparición de células tumorales. Por otro lado, estas células resultaron ser más sensibles a los tratamientos con dasatinib y ketoconazol, dos compuestos químicos que han sido recientemente propuestos como nuevas aproximaciones terapéuticas para el tratamiento de este tipo de tumores. Todos estos resultados sugieren que la mutación c.402C>G en FOXL2 es clave para conferir a las células tumorales de la granulosa propiedades malignas que favorecen la aparición de tumores.

### RUTAS MOLECULARES

En un último bloque de experimentos, realizamos un estudio profundo de expresión en el que comparamos las células editadas y las tumorales de las que procedían. El análisis masivo a nivel de ARN y proteína nos permitió detectar numerosas rutas moleculares asociadas al desarrollo tumoral. Igualmente, la comparación

con resultados previos de expresión en células de la granulosa normales, nos permitió constatar que eliminar esta mutación de las células tumorales podría devolver a las células a un estado muy parecido al que presentan las células de la granulosa normal.

En esta última parte del proyecto, usando herramientas bioinformáticas avanzadas, nos lanzamos a la búsqueda de nuevos compuestos con propiedades antitumorales. En concreto buscamos patrones de expresión génica inducidos por la acción de compuestos ya estudiados y aprobados para su uso en la práctica clínica, que fueran significativamente

**Las células editadas resultaron ser más sensibles a los tratamientos con dasatinib y ketoconazol**

parecidos a aquellos provocados por la eliminación de la mutación FOXL2 c.402C>G en células tumorales de la granulosa. Tal y como esperábamos, todos los compuestos detectados mediante esta aproximación provocaron los mismos efectos a nivel celular; es decir, presentaron propiedades antitumorales en este tipo de células tumorales.

### ¿CUÁLES SON LOS SIGUIENTES PASOS Y LOS DESAFÍOS ESPERADOS?

Nuestros resultados confirman que la mutación FOXL2 desempeña un papel clave en la agresividad del tumor, y que su eliminación mediante CRISPR podría representar una estrategia viable para frenar su progresión. Por tanto, nos hemos planteado su validación mediante estudios *in vivo*. Para ello hemos generado un modelo de ratón portador de la mutación FOXL2 que recapitula la enfermedad humana y, por tanto, funciona como «avatar» de las pacientes de cáncer de la granulosa ovárica.

A pesar de lo prometedor de la estrategia, el uso de CRISPR se enfrenta a un claro desafío. Se precisa una entrega altamente eficaz que llegue a todas las células tumorales ya que las que queden libres de la acción de CRISPR provocarán la reaparición del tumor. Para solventar esta problemática podrán resultar fundamentales los compuestos químicos con potencial terapéutico que hemos descubierto en nuestros estudios bioinformáticos de células tumorales de granulosa editadas. El uso de estos compuestos en combinación con la terapia génica mediada por CRISPR podría resultar definitiva para el tratamiento de estos tumores.

En definitiva, este estudio es una muestra más de las posibilidades que abre la edición genética para tratar enfermedades causadas por mutaciones conocidas en un gen. En este caso, demostramos el potencial de la eliminación de la mutación FOXL2 c.402C>G en células tumorales de la granulosa. Aunque aún queda un largo camino para su aplicación en pacientes, estos hallazgos abren la puerta a investigar posibles nuevas terapias dirigidas basadas en edición genética mediada por CRISPR. □

11 carrera  
contra la violencia  
de género



25 mayo  
2025



Inscríbete

5km

Corre por una sociedad libre  
de **VIOLENCIA DE GÉNERO**

[www.carreracontralaviolenciadegenero.es](http://www.carreracontralaviolenciadegenero.es)

ORGANIZA:

**mia**

CON EL APOYO DE:



SECRETARÍA DE ESTADO  
DE IGUALDAD  
PARA LA INDEPENDENCIA  
DE LA MUJER CONTRA LA VIOLENCIA  
DE GÉNERO



Comunidad  
de Madrid

PATROCINADORES:



COLABORADORES:

clariane



redeia



ITEMPORALITY



urbaser  
making circularity real

SHUTTERSTOCK  
La catedral de París es más que un templo. Su incendio en 2019 sumió a los franceses y a todo el mundo en una consternación difícil de superar. Hoy reabre con todo su esplendor y el peso de su historia.



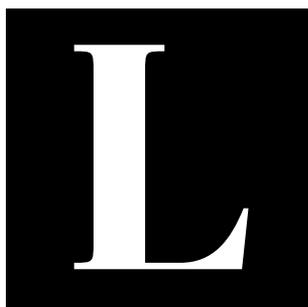
# NOTRE DAME

## NUESTRA SEÑORA DE PIEDRA

El gran templo de París, reinaugurado tras cinco años de reconstrucción después del devastador incendio que sufrió en abril de 2019, que afectó gran parte de su estructura, nunca ha sido una catedral más. Icono de las catedrales góticas por excelencia, símbolo espiritual y puente entre el hombre y Dios, ha sido protagonista de la historia de Francia y de la Humanidad. Su figura se vio revitalizada tras la obra del escritor Victor Hugo y fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1991. Hoy, Notre Dame de París, Templo Materno, ha renacido cual ave fénix.

---

Texto de **FRANCISCO J. MOLINA**, profesor de Historia de Bachillerato



Los ojos del mundo siempre han estado puestos en este templo que el pasado 7 de diciembre de 2024 reabrió sus puertas después del incendio de 2019. Las zonas más afectadas fueron la aguja y la techumbre de madera. La estructura no se vino abajo gracias a la intervención de los más de cuatrocientos

bomberos que participaron en la extinción del incendio, y a la estructura del edificio, que descargaba el peso en los muros y contrafuertes a través de los arbotantes, innovación creada por primera vez para la catedral de Notre Dame.

A la ceremonia de reapertura fueron figuras mundiales como Donald Trump, Elon Musk, Guillermo de Inglaterra y el príncipe Alberto de Mónaco. La ceremonia fue presidida por el presidente de la República Francesa, Emmanuel Macron y el arzobispo de París, Monseñor Laurent Ulrich. Llamativa fue la ausencia del Papa Francisco I, pero es que el patrimonio y la conservación de las catedrales de Francia han dependido del Estado, y no del Vaticano, desde la ley laicista de 1905.

### UN NUEVO EMBLEMA: NUESTRA SEÑORA DE PARÍS

La catedral de Notre Dame de París fue construida en la isla de la Cité, en medio del río Sena, en la ciudad

vieja. El emplazamiento era de origen celta y posteriormente fue ocupado por los romanos.

Allí, con anterioridad a la basílica de Saint Étienne, sobre la que se levantó Notre Dame, hubo un templo a Júpiter y se ha encontrado una estatuilla de Isis, diosa egipcia que simbolizaba a la Madre Tierra, al igual que la Virgen María.

El proyecto fue idea del obispo de París, Maurice de Sully, que puso la primera piedra en 1163. El acto estuvo presidido por el papa Alejandro III y el rey de Francia, Felipe VII. La nave de crucero fue obra del maestro Jean de Chelles y la catedral se terminó 1345. Esta se planificó con planta de cruz latina. Constaba de una nave central, del tamaño de las dos laterales, y transepto de una sola nave, que apenas sobresalía de las naves longitudinales. La altura máxima que alcanzaba con la aguja era de 96 metros.

### EL ARTE DE LOS CANTEROS DE NOTRE DAME

Los canteros medievales hicieron de la arquitectura un arte y de Notre Dame un espacio sagrado, nexo entre el hombre, el universo y Dios. Un microcosmos en el que el cielo era la bóveda estrellada, la tierra eran las naves centrales y sus columnas, que sustentan el cielo, y el mundo subterráneo, la cripta. La bóveda de crucería sexpartita se construyó con forma de barca, invertida, a semejanza del Arca de Noé. Sobre esta se encontraba «el bosque» de la catedral, una estructura de mil trescientas vigas procedentes todas de robles distintos.

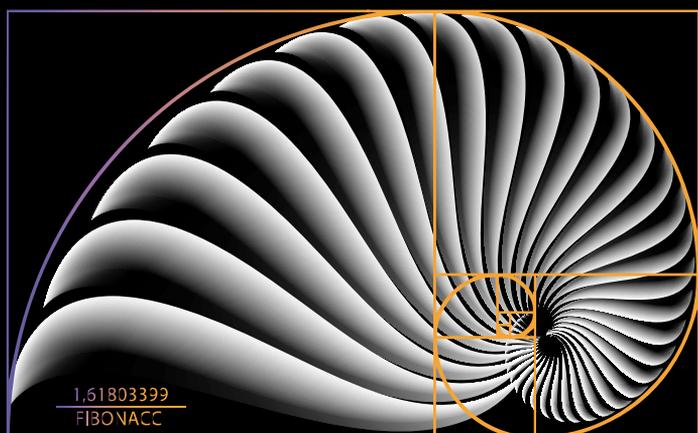


ASCHEMSTEDRUCKE

La primera piedra de Notre Dame se puso en 1163. Los canteros medievales hicieron de la arquitectura arte, con una bóveda de crucería sexpartita y tres naves. Arriba, grabado que representa la construcción de un templo en la Edad Media. A la derecha, una de las naves de la catedral.



GETTY



En la fachada se emplearon rectángulos áureos exactos, secuencia de Fibonacci.

SHUTTERSTOCK

El coro y el altar, concluidos en estilo barroco bajo el reinado de Luis XIV, el Rey Sol, miraban hacia el este, mientras que el pórtico principal se orientó hacia el oeste, puntos cardinales por donde sale y se pone el sol. Los pórticos del crucero fueron dedicados al monje Teófilo de Adana y a San Esteban, respectivamente; estos daban al norte y al sur. De esta forma, Notre Dame se convirtió en un calendario astronómico que databa los equinoccios y solsticios. El suelo se hizo con baldosas ajedrezadas y tuvo diseñado un laberinto en la nave principal como un camino de peregrinación, símbolo de la búsqueda interior y del viaje del alma hacia Dios.

### PROPORCIÓN ÁUREA: LA FACHADA PRINCIPAL

Toda la catedral se construyó bajo el signo de la belleza que daba la proporción áurea. Como decía Santo To-

## El suelo de baldosas ajedrezadas tuvo diseñado un laberinto como camino de peregrinación

más de Aquino, «Los sentidos se deleitan con las cosas que tienen las proporciones correctas». La fachada principal fue hecha como un mapa espiritual. En ella se empleó el uso de rectángulos áureos exactos -secuencia de Fibonacci- entre

los cuerpos horizontales y verticales: la geometría al servicio del arte y de Dios.

Dicha fachada se dividió en tres cuerpos horizontales y verticales. Los dos cuerpos laterales de la fachada occidental se culminaron con sendas torres, símbolos de la dualidad, lo que le ha dado aspecto de «H». En la cornisa que separa el primer y el segundo cuerpo se esculpieron los veintiocho Reyes de Judá. En el segundo cuerpo, el rosetón de simetría pentagonal.

Los tímpanos de los pórticos se realizaron con forma de arco ojival y fueron divididos en tres cuerpos. El tímpano de la puerta central estaba dedicado al Juicio Final: Cristo, flanqueado por la Virgen María, San Juan, patrón de los canteros medievales, y el arcángel San Miguel, que pesaba las almas de los bienaventurados y los condenados en cada platillo, como el Anubis egipcio que en la balanza ponía la pluma y el corazón

de los muertos en el Juicio Final. El pórtico sur tuvo como protagonista a Santa Ana, madre de María. Era originario de la antigua iglesia de Saint Étienne, de estilo tardorrománico. A la Virgen se la representó como maternidad divina -*Theotokos*- sentada sobre un baldaquino que representaba la Jerusalén Celestial. En los externos del tímpano se esculpieron las figuras del obispo Maurice de Sully y Luis VII. En la puerta sur se hizo el tímpano de Nuestra Señora, y nos muestra la Muerte y Coronación de la Virgen, victoria de la Iglesia sobre el Mal, y el Arca de la Alianza. En vertical, se esculpieron los signos del zodiaco con una sutil variación: Leo sucedió a Géminis en lugar de Cáncer, como formulaba la alquimia medieval. También se representó a San Denis, primer obispo de París, con la cabeza cortada y bajo el brazo.

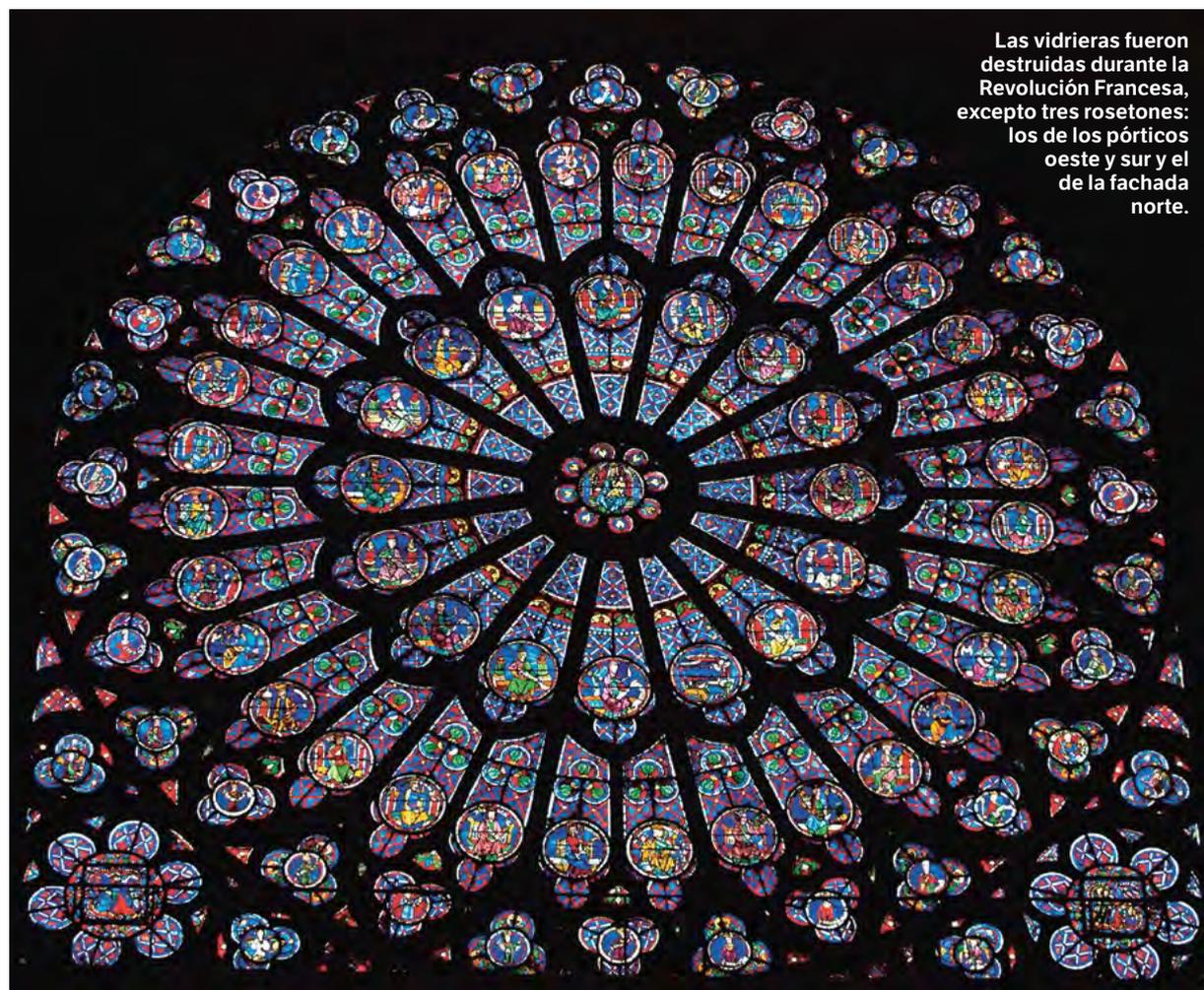
### LOS ROSETONES: SÍMBOLOS DE LUZ

Todas las vidrieras de Notre Dame fueron destruidas durante la Revolución Francesa, excepto tres rosetones donados por San Luis en el siglo XIII: el del pórtico oeste, encima del Órgano Mayor, que representaba al sol y a la Virgen con el Niño, rodeados de tres círculos

concéntricos con los doce profetas, las doce virtudes y los doce vicios. El número tres simbolizaba la Trinidad y el doce estaba asociado a la Encarnación. El rosetón de la fachada norte tuvo como modelo iconográfico el Antiguo Testamento, en él aparecían la Virgen con el Niño en color morado, símbolo de la Esperanza en la llegada del Mesías. Y, por último, el rosetón del pórtico sur, dedicado al Nuevo Testamento, tenía cuatro medallones. El número cuatro representaba lo Terrenal y sus elementos: aire, fuego, agua y tierra. En el medallón central estaba Cristo bendiciendo -Pantocrátor- con los cuatro evangelistas.

### LA HISTORIA A TRAVÉS DE LOS OJOS DE NOTRE DAME

Durante ochocientos años, Notre Dame ha sido protagonista de la historia de Francia y de la Humanidad. Desde su construcción en la Edad Media, sus naves y capillas se han utilizado como hospital para enfermos, escuelas para alumnos donde se daban las artes liberales -*Trivium* y *Quadrivium*-, y para asambleas de alquimistas que se reunían el día de Saturno en la Puerta Roja, que conectaba el claustro con la iglesia. Dentro de sus muros se han conservado tres reliquias



Las vidrieras fueron destruidas durante la Revolución Francesa, excepto tres rosetones: los de los pórticos oeste y sur y el de la fachada norte.

ISTOCK

## Los tatuajes del arquitecto de Notre Dame

En directo y por televisión, millones de personas vieron atónitas cómo las llamas devoraban el tejado de la catedral de Notre Dame una tarde del 15 de abril de 2019. El hombre elegido para la reconstrucción, bajo el *leitmotiv* del «Silencio», fue Philippe Villeneuve [Boulogne-Billancourth, 3 de marzo de 1963]. Este se graduó en la Escuela de Arquitectura de París-Conflans y, desde 1997, ha realizado una gran labor para el gobierno de Francia como arquitecto jefe de Monumentos Históricos, lo que le ha valido la distinción de Caballero de las Artes y las Letras.

Lo que poca gente sabía de él era que, bajo esa apariencia de persona «normal y corriente», no solo se escondía una mente brillante, sino un cuerpo decorado de tinta cual yacuzo japonés. Su gran fervor religioso y admiración por la catedral de Notre Dame le han llevado a tatuarse, en el antebrazo, la aguja original de Viollet-le-Duc y, en el pecho, un rosario inspirado en las vidrieras. Sentía que toda su vida había sido una preparación para ese momento y su gran humildad quedó patente al afirmar que no firmaría la obra, «hay una responsabilidad grande. El monumento pasa por delante de la firma del arquitecto». Philippe Villeneuve, después de cinco años y seiscientos millones de euros invertidos, obró el milagro y Notre Dame ha resurgido de sus cenizas.

de Cristo, compradas por Luis IX al emperador de Constantinopla en 1239: la Corona de Espinas, una parte de la Cruz en la que Cristo fue crucificado, y uno de los clavos de esta.

Sus piedras han sido testigo de la Fiesta de los Locos, donde los clérigos disfrazados del Papa hacían bufonadas ante el altar. Notre Dame ha visto la muerte en la hoguera del último Maestre de la Orden del Temple, Jacques de Molay, que pidió arder en la pira mirando a la catedral un 18 de marzo de 1314, y allí, en el transcurso de la Guerra de los Cien Años, Enrique VI de Inglaterra

Las gárgolas de Notre Dame han contemplado desde las alturas el devenir de la historia de Francia.

SHUTTERSTOCK



Notre Dame de Paris, de Victor Hugo, elevó el monumento a personaje. En la imagen, grabado de Quasimodo salvando a Esmeralda de las manos de sus ejecutores, de Eugénie Latil.

fue coronado rey de Francia -en el año 1341-, y no en Reims, como era la costumbre de los Capetos.

Durante la Revolución Francesa, Notre Dame fue convertida en el «Templo de la Razón». En este periodo, se decapitaron a las estatuas los Reyes de Judá -de la genealogía de Cristo- de la fachada oeste, pensando erróneamente que eran reyes de la dinastía Capeto de Francia. Contrario a la falsa creencia de que esto fue obra de la turba revolucionaria de 1789, la realidad fue que se hizo por decreto durante el periodo del Terror. La Comuna de París, por orden de Anaxágoras, aprobó «el derribo y destrucción de los reyes de Francia colocados en la fachada de Notre Dame y que la Administración de obras públicas se encargue de la ejecución de la presente orden» (*Journal de Paris*, nº 298). Sus campanas fueron fundidas y convertidas en cañones; solo la llamada Emmanuel, de más de trece toneladas, se salvó y ha llegado hasta nuestros días. En 1804, Napoleón Bonaparte se coronó emperador en la catedral de Notre Dame de París.

Es indudable que su protagonismo en la historia universal ha seguido estando vigente en el siglo XX. En 1909, allí se procedió a la beatificación de Juana de Arco por el Papa Pío X. Para celebrar el final de la II Guerra Mundial, se celebró en Notre Dame el *Te Deum* en presencia del entonces presidente de la Re-



El arquitecto Viollet Le Duc fue el autor de la aguja de la catedral, que estaba coronada por un gallo y que fue devorada por el fuego en 2019.

## Las gárgolas, además de tener una función de desagüe, educaban y protegían de los malos espíritus

pública, Charles de Gaulle. Ya en pleno siglo XXI, se hizo un homenaje por los muertos en los atentados terroristas islámicos de la sala Bataclán en 2015.

### VICTOR HUGO Y VIOLLET-LE-DUC, EL PRINCIPIO DE UNA NUEVA ERA

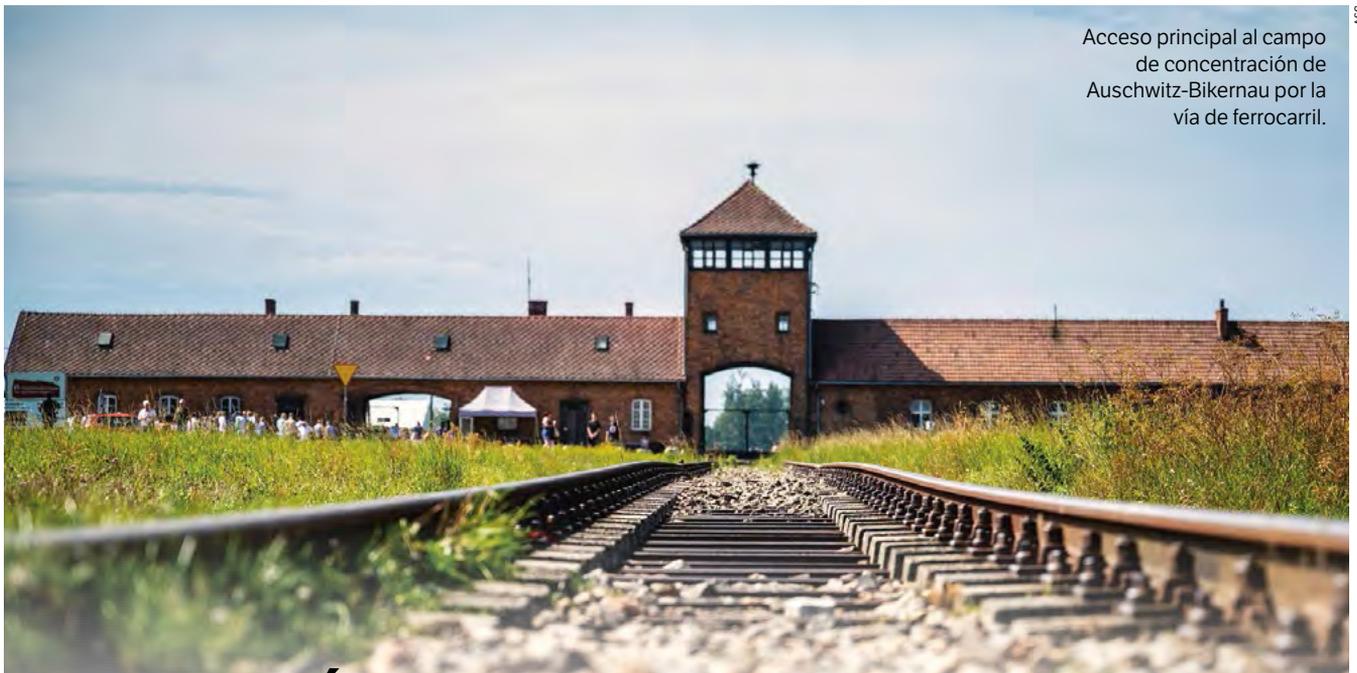
Tras años de olvido, fue el poeta Victor Hugo quien devolvió Notre Dame a un primer plano con su novela homónima, *Notre Dame de París*, en 1831. Era tal su admiración por la catedral, que dedicó en su obra un capítulo entero a su descripción. La catedral estaba presente en lo más profundo de sus protagonistas: Quasimodo, el jorobado de Notre Dame, era la belleza interior, y Esmeralda, la luz. No se ha podido entender la posterior restauración de Viollet-le-Duc sin la labor previa de Victor Hugo. Viollet-le-Duc y Jean Baptiste Lassus ganaron el concurso de restauración de la catedral, que comenzó en 1845 y terminó en 1864. Victor Hugo solo pudo verla una vez finalizada, pues estuvo desterrado de París hasta 1870.

Viollet-le-Duc fue un visionario que comprendió la esencia de la catedral de Notre Dame de París. Escuchó sus piedras y entendió el espíritu de los primeros

canteros. Obra suya y del escultor Víctor Joseph Pyanet fueron las gárgolas y quimeras de las cornisas, que tomaron prestadas de la obra de Victor Hugo. Estas, además de tener una funcionalidad como desagüe de las lluvias, educaban y protegían de los malos espíritus a la catedral y a la ciudad de París. La quimera más famosa ha sido la Estirge; aunque, entre sus esculturas, también destacaron El Alquimista y la figura de Santo Tomás, que tomaba el rostro de Viollet-le-Duc.

Él también fue el autor de la aguja, coronada por un gallo, que fue devorada en el incendio de 2019. No era exacta a la original, pero con su restauración logró honrar la visión gótica de la ascensión hacia lo divino. Construida de madera revestida de plomo, en su armazón guardaba las reliquias de una espina de la corona de Cristo y unos huesos de San Denis y Santa Genoveva, patronas de París. En la base de la flecha se hallaba una placa con simbología masónica en la que se podía leer que el arquitecto de la obra fue Viollet-le-Duc, el capataz Georges, de los compañeros carpinteros del Deber de Libertad, y la empresa que la llevó a cabo, Ballu. Con su trabajo, Viollet-le-Duc consiguió recuperar la gloria de Notre Dame en una obra que ha trascendido el tiempo y el espacio. □

Acceso principal al campo de concentración de Auschwitz-Bikernau por la vía de ferrocarril.



# ¿POR QUÉ LOS ALIADOS NO BOMBARDEARON AUSCHWITZ?

La historiografía actual se pregunta la razón por la que no se intentó poner fin a las cámaras de gas cuando se tuvo noticia de su existencia. Estrategias, intereses y recelos entre los países hicieron que no se pusiera freno a la máquina de exterminar nazi.

Texto de **CARLOS LÁZARO ÁVILA**, catedrático de Geografía e Historia, historiador aeronáutico

# E

l 4 de abril de 1944, un vuelo de reconocimiento de la USAAF (Fuerza Aérea del Ejército EE. UU.) sobrevoló el complejo petroquímico que la empresa I.G. Farben había levantado junto al campo de concentración de Auschwitz-Birkenau y meses más tarde fue bombardeado. En las fotografías

tomadas durante el ataque se verificó la existencia de un agrupamiento de barracones e instalaciones cuya función solo conocía el alto mando de la USAAF: eran los campos de concentración (Auschwitz I) y exter-

minio (Auschwitz II-Birkenau) donde la Alemania nazi estaba llevando a cabo el Holocausto.

## ¿UNA INFORMACIÓN TARDÍA?

En la actualidad, la ingente información existente sobre el programa para la aniquilación de la población judía en Europa o Solución Final (*Endlösung der Judenfrage*) así como de otros grupos étnicos y políticos del Viejo Continente, es enormemente conocida. Es cierto que antes del estallido de la Segunda Guerra Mundial, ya se conocía la persecución que los nazis ejercían sobre estos grupos, pero no fue hasta el final de la contienda cuando el mundo supo que la maquinaria genocida puesta en marcha por Hitler y sus secuaces había segado la vida de once millones de personas en-

tre los que se encontraban seis millones de judíos y un millón de niños. Ante esas apabullantes y monstruosas cifras, cabe preguntarse ¿Es posible que, hasta abril de 1944, los mandos políticos y militares de Londres, Moscú y Washington no conocieran lo que estaba ocurriendo en las más de 42 000 instalaciones dedicadas al confinamiento, trabajo esclavo y ejecución de esas víctimas? La verdad es que no.

En el caso de la Unión Soviética, desde el momento en el que se produjo la invasión alemana en el verano de 1941, pronto se empezaron a tener noticias de las ejecuciones en

Ucrania y el sur de Rusia que acabarían con, aproximadamente, tres millones de judíos de los territorios ocupados. Sin embargo, décadas después de la Segunda Guerra Mundial, aún no han trascendido informes oficiales soviéticos sobre el Holocausto judío en la URSS. Moscú, de manera sistemática, muy vinculada al histórico antisemitismo ruso-soviético, siempre negó que los judíos fueran el objetivo concreto de las atrocidades nazis y argumentó que otras víctimas también sufrieron y murieron en los campos. Esta versión oficial explica la ausencia de bombardeos soviéticos sobre Auschwitz-Birkenau.

En lo que respecta al caso de EE. UU. y Gran Bretaña, las primeras noticias sobre lo que estaba ocurriendo en el campo de trabajo, concentración y exterminio polaco llegaron en 1940 gracias al heroísmo de W. Pilecki, un soldado del Ejército Polaco secreto que ingresó voluntariamente en Auschwitz cuando comenzó la explotación de las canteras cercanas mediante el trabajo esclavo y aún no se habían puesto en marcha las ejecuciones masivas en Birkenau. Pilecki realizó un informe que llegó a Londres gracias a la resistencia polaca pero, aparentemente, no tuvo ninguna repercusión en el Gobierno de W. Churchill, enfrascado en contener el ataque de la Luftwaffe (Batalla de Inglaterra) y un hipotético desembarco en las islas británicas. En 1942, otros cuatro prisioneros que habían escapado del campo informaron a organizaciones judías europeas de lo que estaba pasando en Auschwitz, pero sus testimonios tampoco llegaron a manos de los líderes políticos y militares británicos y estadounidenses. Ni la RAF (Real Fuerza Aérea británica), ni la USAAF (que entraría en combate en el continente a partir del verano de 1942) empezaron a tener un dominio y control de lo que sucedía en Europa occidental (y mucho menos de la zona oriental) hasta mediados de 1943. Hasta ese momento, las incursiones diurnas y nocturnas de los angloestadounidenses estuvieron muy limitadas



ASG/WIKIMEDIA



FOTO NARA

El soldado del Ejército Polaco secreto W. Pilecki, primer informante de los horrores de Auschwitz. A la dcha., instalaciones petroquímicas de la IG Farben en Auschwitz-Monowitz.

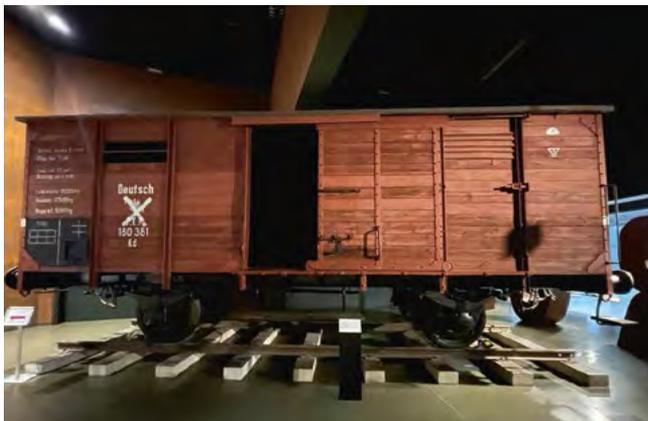
por el radio de acción de los bombarderos aliados. La Fuerza Aérea Soviética (VVS) empleó sus escasos bombarderos estratégicos de manera muy limitada. Así pues, Londres y Washington emprendieron dos maniobras con el fin de poner cerco aéreo al III Reich.

La primera actuación fue seguir el avance militar por la península italiana con el fin de establecer aeródromos en su parte central (Foggia) desde los que los bombarderos de la 15ª Fuerza Aérea de la USAAF pudieran atacar objetivos sensibles en el sur y este de la Alemania nazi. Asimismo, se pretendía dañar la logística de la Wehrmacht en el frente soviético como gesto ante Moscú por la demora en la apertura angloestadounidense del «segundo frente» que se le había venido prometiendo a Stalin desde el año 1942. La segunda maniobra, bautizada como Operación Frantic, era enormemente ambiciosa: establecer para los aviones angloestadounidenses una ruta de bombardeo triangular (*shuttle bombing*) entre tres aeródromos británicos, italianos y ucranianos,



IMAG. VISHNEV INSTITUTO DE LA MEMORIA NACIONAL DE POLONIA

Heinrich Himmler (primero por la izquierda) supervisa la fábrica petroquímica de la IG Farben en julio de 1942.



CLB / MUSEO DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL (GDANSKI).

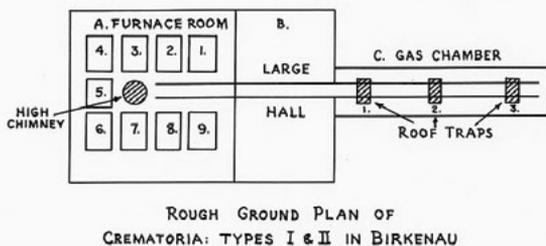


ASC



UNITED STATES WAR DEPARTMENT FILM

Arriba, vagón de tren para el traslado de deportados. Debajo, proceso de selección en el apeadero del tren hacia las cámaras de gas de Birkenau. En el centro, Operación Frantic: B-17 de la USAAF junto a cazas soviéticos Yak-9 en Poltava (Ucrania). Abajo, traducción al inglés del Informe Vrba-Wetzler que muestra la disposición de las cámaras de gas.



ASC

permitiéndoles ampliar el radio de acción, el suministro de armamento y combustible para realizar desde campos soviéticos un nuevo bombardeo sobre la Alemania nazi antes de regresar a sus bases en Inglaterra e Italia. La brillantez del plan debía superar la renuencia soviética a aceptar la presencia de militares extranjeros en su territorio, por lo que Moscú exigió información completa de los efectivos que iba a acoger, trasvase tecnológico angloestadounidense en materia de bombardeo e intervención en la planificación y selección de objetivos a batir.

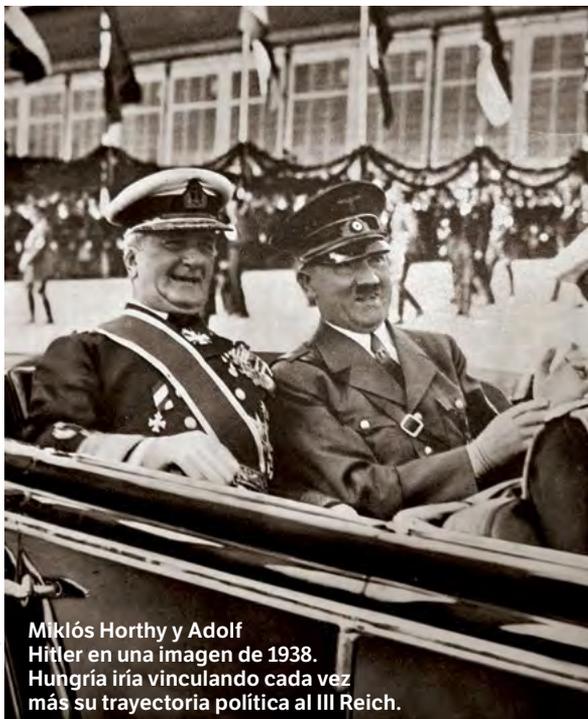
Antes de que los bombarderos de la USAAF empezaran a intervenir en la Operación Frantic (a partir de junio de 1944), la Alemania nazi ya había extendido su sistema de producción industrial sobre la base de trabajo esclavo, así como la construcción de cinco campos dedicados en exclusiva a la Solución Final. En lo que concierne a Auschwitz, ya se había instalado el complejo petroquímico de la IG Farben y la maquinaria de ejecución y cremado de las víctimas en Birkenau funcionaba a pleno rendimiento. Fue en el verano de ese año cuando Londres y Washington recibieron parte de un documento elaborado por Rudolf Vrba y Alfred Wetzler (conocido después como Informe Vrba-Wetzler), prisioneros fugados de Auschwitz, que explicaba con todo detalle de lo que sucedía en el campo. El informe sufrió una demora en la distribución por varios motivos, como el interés del Comité de Ayuda y Rescate de Budapest, porque a partir de mayo de 1944 los alemanes habían comenzado las deportaciones masivas de judíos húngaros hacia Auschwitz camuflándolas como «reasantamientos». A ello hubo que sumarle la sucesiva (y secreta) cadena de traducción (alemán y francés) y transmisión desde Eslovaquia, Suiza (donde se puso en conocimiento del nuncio del Vaticano) hasta llegar a Gran Bretaña, EE. UU. y las organizaciones judías británicas y estadounidenses. Todo este proceso repercutió en el proceso de deportación de los judíos de Hungría y después de la guerra fue objeto de discusión en la amplia historiografía del Holocausto.

## AUSCHWITZ Y EL «OASIS» JUDÍO DE HUNGRÍA

A mediados de la Segunda Guerra Mundial, Hungría se encontraba en una encrucijada. Durante los años 30, la amplia regencia autocrática con elementos fascistas del almirante Miklós Horthy se había derechizado como consecuencia de la Gran Depresión económica, dando lugar a un ascenso del partido fascista de las Cruces Flechadas. Budapest había obtenido el respaldo de Berlín y Roma en la recuperación de territorios entregados a Rumanía y Eslovaquia después de los acuerdos de paz de la Gran Guerra, por lo que decidió unirse al Pacto Tripartito (suscrito por la Alemania nazi, la Italia fascista y Japón) pero siempre demostró tener criterio propio en la política expansiva del Eje en los Balcanes, porque apoyó con reticencias -y solo a cambio de concesiones territoriales- la invasión alemana de Yugoslavia.

Hitler siempre fue cauto en sus relaciones con Hungría (después de Rumanía, Budapest era su segundo proveedor de petróleo) y tuvo que forzar al gobierno magiar de Lázsló Bárdossy para que interviniera en la invasión de la Unión Soviética (verano de 1941) y aplicara medidas más contundentes contra su numerosa población judía, gitana y disidentes políticos. Hasta ese momento, en Hungría solo se había producido la ejecución en masa de 18 000 judíos rutenos que habían sido entregados a la Whermacht, mientras que al resto se les endurecieron las medidas antisemitas aplicadas desde el estallido de la guerra: exclusión profesional, social, militar y trabajos forzados. Bárdossy, sin embargo, nunca les sometió a deportaciones y ejecuciones masivas como los que otros países satélites del III Reich habían estado llevando a cabo con la población judía.

A medida que progresaba el avance de la Whermacht en la Unión Soviética, Horthy constató que la trayectoria política de Hungría cada vez estaba más vinculada al III Reich. En marzo de 1942, reemplazó a Bardossy por el nuevo jefe de gobierno Miklós Kállay, que oficialmente apoyaba económica y militarmente la invasión alemana de la URSS (aunque se resistía a una intervención masiva de tropas húngaras), al tiempo que iniciaba negociaciones secretas con Londres y Washington para garantizar una salida airosa de la contienda. Los reverses militares e ingentes pérdidas humanas del Ejército húngaro en las batallas de Vorónezh y Stalingrado (1943) aceleraron los contactos secretos de Kállay con los angloestadounidenses, siendo descubiertos por Berlín. La posibilidad de que Budapest firmara una paz



Miklós Horthy y Adolf Hitler en una imagen de 1938. Hungría iría vinculando cada vez más su trayectoria política al III Reich.

LADISLAV LUPPA, PUBLIC DOMAIN

por separado alentó la ocupación alemana de Hungría (Operación Margarethe, marzo de 1944) que se hizo sin oposición húngara. Kállay se refugió en la embajada de Turquía, siendo sustituido por el pronazi Döme Sztójay, apoyado por un gobernador militar alemán (Edmund Veessenmayer). Horthy quiso dimitir, pero Berlín le amenazó con la posibilidad de que Hungría se convirtiera en un protectorado invadido por tropas de

## Judíos a cambio de camiones (sangre por bienes)

Ángel Sanz Briz no fue el único que explotó la codicia humana para proteger a las víctimas del nazismo: entre mayo y septiembre de 1944, el judío húngaro J. Brand, actuando en nombre de Adolf Eichmann (y a su vez de H. Himmler), se trasladó a Turquía y ofreció a los Aliados liberar de la muerte a un millón de judíos procedentes del Este de Europa y Grecia, y enviarlos a España a cambio de bienes y dinero. La propuesta nazi (conocida posteriormente por Sangre por bienes) exigía que los judíos fueran a España, ya que Hitler no quería enemistarse con sus aliados musulmanes, ni engrosar el poder judío en Palestina. Esta increíble oferta (opuesta radicalmente al antisemitismo nazi) que no solo involucró a Londres, Moscú y Washington, sino también a representantes del sionismo en EE. UU, Gran Bretaña y Palestina fue descubierta por el periodista español E. Martín de Pozuelo gracias a unos documentos de los Archivos Nacionales Británicos y que publicó en *Revelaciones sobre el Holocausto* (2008). Al principio, la propuesta nazi fue considerada como un chantaje porque Himmler quería que parte del rescate se hiciera con camiones que la Whermacht emplearía en el frente del Este contra el Ejército Rojo (lo cual rompería la entente entre los Aliados), pero a medida que transcurría el tiempo y Eichmann azuzaba la negociación (indicó a través de Brand que cada día que pasaba 12 000 judíos iban a parar a las cámaras de gas) la oferta cobró verosimilitud. Martín argumenta que estos documentos demuestran que en 1944 los Aliados conocían la existencia de la Solución Final, pero los angloestadounidenses -si alguna vez estuvieron tentados de aceptarla- no podían pactar por separado con el III Reich, so pena de enemistarse con los soviéticos (quienes, una vez informados, expresaron un veto rotundo). El periodista español indica que ni siquiera los judíos lograron salvar del Holocausto a sus correligionarios por las diferentes posturas que hubo entre las organizaciones judías de Europa y Palestina, y en su libro concluye que los norteamericanos se limitaron a expresar buena voluntad; los británicos demostraron una frialdad solo superada por los soviéticos. Hoy en día, cabe preguntarse entre otras cosas ¿existe algún documento en los archivos españoles que indiquen que la España de Franco iba a ser el destino de un millón de judíos que hubieran podido librarse de los campos de exterminio?

## La «inhibición» soviética en el Holocausto

Fue la Voyenno-Vozdushnye Sily o VVS (Fuerza Aérea Soviética) la primera aviación aliada que realizó un ataque aéreo sobre el complejo industrial de la IG Farben en Auschwitz. En la noche del 4 de mayo de 1943, una escuadrilla de aparatos ametralló y bombardeó el sector de Monowitz donde se producía el caucho sintético (buna). Algunas bombas alcanzaron las barracas de prisioneros, pero no se produjeron víctimas. La Unión Soviética no volvió a hacer acto de presencia en Auschwitz hasta la liberación del campo de concentración-extermínio (27 de enero de 1945) por lo que la siguiente incursión aérea aliada corrió a cargo de la USAAF en el verano de 1944. Ese mismo año, Moscú pudo haber bombardeado el estratégico complejo petroquímico de Auschwitz (así como sus cámaras de gas y hornos crematorios) porque el campo polaco quedaba dentro del radio de acción de los aeródromos de bombarderos de la VVS. Es más, entre junio y septiembre de 1944, la URSS podía haber facilitado la intervención de la USAAF sobre Auschwitz gracias a la Operación Frantic. Cuando la USAAF hizo el primer ataque sobre Auschwitz (agosto) las relaciones Moscú-Washington no pasaban por su mejor momento porque los soviéticos siempre quisieron supervisar los ataques de sus aliados sobre el III Reich; un mes más tarde, la Operación Frantic se clausuró y la historiografía, dado el histórico y muy conocido antisemitismo ruso-soviético, se plantea si J. Stalin hubiera querido interrumpir el Holocausto. Por otro lado, el dictador soviético facilitó escasa ayuda logística para los envíos aéreos angloestadounidenses lanzados al Ejército Polaco secreto durante el Levantamiento de Varsovia contra los alemanes (agosto-octubre de 1944). De hecho, el Ejército Rojo se encontraba a las afueras de Varsovia y no hizo nada para ayudar a la resistencia polaca.



Miklós Kállay fue primer ministro húngaro de marzo de 1942 hasta marzo de 1944.

otros países satélites de la Alemania nazi.

La intervención alemana supuso el incremento de las tropas húngaras destinadas a frenar la ofensiva del Ejército Rojo, pero para la población judía húngara fue el principio del fin: se les confinó a todos en guetos y, entre mayo y junio de 1944 los alemanes, contan-

do con la ayuda de la gendarmería húngara y bajo la dirección del coronel de las SS Adolf Eichmann, embarcaron a más de 438 000 judíos húngaros en 147 trenes en dirección al complejo de Auschwitz-Birkenau. Las deportaciones hacia Polonia afectaron mayoritaria-

mente a los judíos de la mayor parte de Hungría, pero una gran parte de los residentes en Budapest (concentrados en el gueto de la Gran Sinagoga) evitaron su envío a Polonia porque en junio de 1944 se interrumpieron momentáneamente las deportaciones por orden de Horthy tras recibir las protestas de las iglesias ortodoxas, católicas y el Vaticano.

En ese momento de máxima tensión se produjo la intervención de las legaciones diplomáticas de Vaticano, Suecia, Suiza y España poniéndose de acuerdo para emitir una carta de protección para salvar a los judíos. El diplomático español Ángel Sanz Briz, secundado por el italiano Giorgio Perlasca (ciudadano honorario español), se movilizó para salvar al mayor número posible de judíos de origen sefardí. Briz ya había enviado varios informes previos a Madrid notificando el exterminio de los judíos (incluso una copia en francés del Informe Vrba-Wetzler). Pese a que el diplomático recibió cierto apoyo de José Félix de Lequerica, Ministro de Asuntos Exteriores del gobierno de Franco, aliado de Hitler, Briz tomó la iniciativa. Apelando a una ley promulgada durante la dictadura de Miguel Primo de Rivera sobre los judíos sefardíes, expidió documentos consulares a 200 judíos otorgándoles la ciudadanía española y les acogió en apartamentos alquilados como «anexos a la legación diplomática española». Briz y Perlasca también se valieron de un subterfugio burocrático para incrementar el número de refugiados: los 200 individuos iniciales se convirtieron en 200 familias que se siguieron multiplicando, pero teniendo cuidado de no proporcionar salvoconducto a grupos que superaran esa cifra y añadiendo todas las letras del abecedario a cada número. Este ardid les permitió salvar a casi 5000 judíos, muchos de ellos de origen asquenazí (oriundos del centro y este de Europa), pero en varias ocasiones Briz tuvo que recurrir a su peculio personal para sobornar a los funcionarios y gendarmes húngaros.

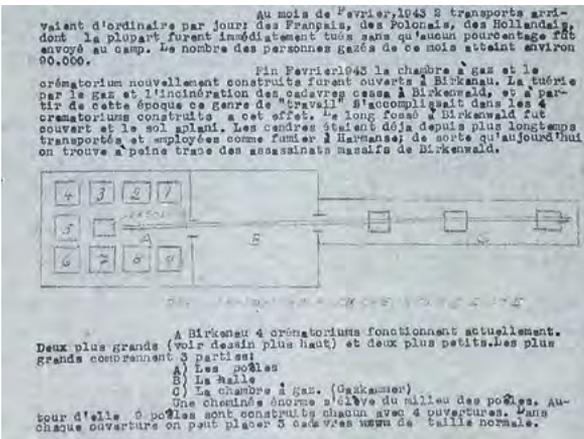
En esos momentos de la guerra, Londres y Washington ya sabían lo que estaba ocurriendo en Polonia. El 2 de julio de 1944, 509 bombarderos Boeing B-17 y B-24 de la 15ª Fuerza Aérea estadounidense atacaron refinerías, conexiones ferroviarias y aeródromos situados en los alrededores de Budapest. No era el primer raid que la RAF y la USAAF sobre objetivos industriales y petrolíferos húngaros (controlados por los alemanes) pero el raid del 2 de julio era una clara demostración de fuerza angloestadounidense para que Horthy interrumpiera el embarque de trenes cargados de judíos hacia el campo de Auschwitz. Aun así, durante el verano de 1944, Berlín siguió presionando al regente húngaro para que continuaran las deportaciones que el regente húngaro (por principios morales o deseos de buscar rédito en la futura paz) no interrumpió definitivamente hasta el 25 de agosto.

### UN OBJETIVO AÉREO ARRIESGADO Y MUY LEJANO...

El ataque aéreo estadounidense a Budapest del 2 de julio de 1944 fue la única intervención militar directa que los aliados hicieron en la Segunda Guerra



Ferenc Szálasi, arriba, líder húngaro, saluda a las tropas alemanas. A la dcha., documentos consulares expedidos por Ángel Sanz-Briz. Abajo, fragmento del Informe Vrba-Wetzler enviado por Briz a España, donde aparece señalada la cámara de gas con la letra C.



Mundial para frenar el Holocausto, después de que Roswell McClelland, representante gubernamental estadounidense del Comité de Refugiados de Guerra, hubiera llevado a Washington parte del Informe Vrba-Wetzler, porque el resto no lo recibieren los aliados hasta el mes de octubre... La recepción del documento vino acompañada de una angustiada petición para que se bombardeara Auschwitz-Birkenau. El alto mando político y militar aliado sondeó al general K. Spaatz, jefe de la 15ª Fuerza Aérea USAAF sobre la posibilidad de realizar una misión sobre el campo de exterminio polaco. Al parecer, Spaatz respondió que el bombardeo implicaba realizar un largo vuelo sobre territorio enemigo y requería una fuerte escolta de cazas de largo alcance, que las bajas humanas de sus tripulaciones eran aterradoras y, por último, que la destrucción de las cámaras de gas y hornos crematorios era, por varias razones, enormemente compleja. Hay que recordar que, si bien los dirigentes polí-

ticos y militares angloestadounidenses recibieron (y dieron veracidad) tardíamente los diversos informes sobre el exterminio llevado a cabo en los campos de concentración, hasta el verano de 1943 en que la 15ª Fuerza de la USAAF se estableció en Italia, ningún campo de la muerte quedaba bajo el radio de acción de los bombarderos aliados. Cuando un año más tarde se sondeó la posibilidad de evaluar un ataque sobre Auschwitz-Birkenau, los nazis ya habían cerrado dos de sus principales campos de exterminio (Treblinka y Belzec) para evitar que cayeran en manos soviéticas. Además, no fue hasta abril de 1944 cuando los vuelos de reconocimiento USAAF localizaron las instalaciones de producción petroquímica de IG Farben, Siemens que operaban en Auschwitz. Logísticamente, aun cabía la posibilidad de que la operación se realizara dentro del marco de la Operación Frantic desde Ucrania, pero los angloestadounidenses temían las reservas de Moscú (de hecho, los aeródromos habían sido descubiertos y bombardeados por la Luftwaffe y la Operación Frantic se clausuró definitivamente en septiembre de 1944.

En segundo lugar, como ha puntualizado el historiador aeronáutico N. Davies, las cámaras de gas y hornos crematorios del campo de exterminio requerían un ataque de precisión, porque sus estructuras semienterradas no eran similares a las de los edificios, fábricas o búnkeres bombardeados habitualmente por la RAF y la USAAF. A la hora de atacar Auschwitz-Birkenau se barajó la intervención de los Havilland DH.98 Mosquito, famosos por sus raids «quirúrgicos» a baja altura sobre objetivos como la prisión de Amiens o los cuarteles generales de la Gestapo en Oslo (al fin y al cabo, edificios «convencionales») o

## Las cámaras de gas y los hornos crematorios del campo de exterminio requerían un ataque de precisión



Arriba, alternativas para el bombardeo de precisión de Auschwitz: DH.89 Mosquito. A la derecha, foto aérea de las instalaciones bombardeadas de la planta petroquímica de Auschwitz.



el empleo de los bimotores Lockheed P-38 que tenían más precisión en el ataque, pero cuya escasa carga de bombas hubiera requerido realizar, al menos, tres misiones sobre el campo. Asimismo, se pensó en el gran radio de acción de los bombarderos bimotores Boeing B-25, pero tampoco podían transportar bombas suficientes. Por último, para que el ataque tuviera éxito completo debía realizarse de día y durante julio-octubre, periodo en el que la climatología de la zona era más benigna. La USAAF propuso el empleo de un grupo de bombardero pesado similar al que estaba asolando el III Reich (Boeing B-17 o B-24) pero haciendo constar seriamente que no se garantizaba la seguridad de los prisioneros y que la incursión hubiera supuesto una desviación del objetivo principal de la aviación aliada en 1944: eliminar a la Luftwaffe, las fábricas aeronáuticas y los centros de producción de combustible para que la maquinaria bélica alemana siguiera combatiendo.

Al final, se desestimó bombardear las cámaras de gas y hornos crematorios de Auschwitz, pero el 20 de agosto de 1944 la USAAF lanzó un ataque con 127 bombarderos escoltados por un centenar de cazas P-51 que causó notables daños en el complejo industrial de la IG Farben; casi un mes más tarde, 96 Boeing B-24 Liberator provocaron nuevos daños al complejo industrial del campo de exterminio. En ambas ocasiones, hubo víctimas y heridos entre los SS y los prisioneros, pero estos últimos se congratularon al ver la cara de terror de sus guardianes, por el entorpecimiento de la producción bélica nazi y porque se acercaba el momento de su liberación. La USAAF llevó a cabo nuevas misiones sobre los centros de producción bélica de Auschwitz el 18 de diciembre (impactando cinco barracones de prisioneros),

el 26 de diciembre y el 19 de enero de 1945, un día antes de que los SS obligaran a los prisioneros a evacuar el campo e iniciaran la retirada hacia el Oeste en una «marcha de la muerte» a través de la nieve.

### UNA POLÉMICA MÁS ALLÁ DEL SIGLO XX

La polémica sobre la no intervención aliada para frenar el Holocausto la abrió en 1970 David Wyman con su libro *El abandono de los judíos: América y el Holocausto*, y cobró relevancia cuando la OTAN bombardeó Kosovo en 1999 sin autorización del Consejo de Seguridad de la ONU. En ese lapso de tiempo, el debate historiográfico sobre por qué no se bombardeó Auschwitz se fue avivando durante actos significativos como la concesión de la medalla del Congreso de EE. UU. al superviviente judío de origen húngaro E. Wiesel (se le hizo entrega de unas fotos en las que, durante el bombardeo de la IG Farben, se apreciaban los barracones de prisioneros). Después de que Wiesel recibiera la condecoración comentó: «He aprendido que el Holocausto fue un acontecimiento único y exclusivamente judío, aunque con implicaciones universales. No todas las víctimas eran judías, pero todos los judíos eran víctimas».

A partir de ese momento, comenzaron a trascender documentos que cuestionaban el hecho de que los británicos, estadounidenses y soviéticos no hubieran bombardeado el letal complejo de exterminio polaco sobre la base de una serie de evidencias. Atacar Aus-

## El objetivo de la aviación aliada en 1944 era eliminar a la Luftwaffe, las fábricas aeronáuticas y las de combustible

chwitz-Birkenau no hubiera supuesto una diversión de los intereses estratégicos del momento (destrucción de la Luftwaffe y la producción de combustible) porque había suficientes grupos de bombardeo operativos (recursos) para hacerlo. De hecho, los angloestadounidenses intentaron abastecer por el aire a los polacos que se rebelaron en Varsovia y obtuvieron de Stalin el uso de los aeródromos ucranianos de la Operación Frantic. Por último, al argumento de que el bombardeo de Auschwitz-Birkenau hubiera supuesto la muerte de los internados, se puede rechazar con los centenares de víctimas civiles francesas causadas antes del desembarco de Normandía por los bombarderos de la RAF y USAAF para neutralizar objetivos estratégicos en la retaguardia francesa (hecho que Churchill siempre lamentó).

Washington y Londres postergaron el bombardeo de Auschwitz en función del común argumento de que, cuanto antes se derrotara a Hitler, antes acabaría el sufrimiento de todos los civiles y militares de Europa. Ahora bien, el objetivo de terminar la guerra de inmediato también implicaba intereses particulares. A Roosevelt se le informó del Holocausto, pero políticamente no quería que la opinión pública estadounidense entendiera que la guerra en Europa era conflicto en defensa de los judíos, sino una contienda en contra de los totalitarismos nazi y fascista. Churchill, por su parte, no dejaba de tener en cuenta la cuestión judía dada la creciente importancia de las organizaciones sionistas en el mandato británico de Palestina. Ahora bien, en su estrategia bélico-política pesó más el peligro de la expansión del comunismo y el dominio de la URSS en Europa Oriental, por lo que prefirió «mostrar músculo» ante Stalin pulverizando con sus bombarderos las ciudades alemanas, dando lugar a tragedias humanas como las de Hamburgo y Dresde. Por último, veremos más adelante las respuestas de Gran Bretaña, EE. UU. y la URSS a la inmoral oferta (Sangre por bienes) hecha por el régimen nazi en 1944, que determinó que la cuestión judía quedara absolutamente supeditada a los intereses de los vencedores de la contienda y, no menos importante para el caso citado, a la falta de coordinación entre las organizaciones judías de EE. UU. (Davies ha insistido en la falta de presión de los *lobbies* judíos sobre Roosevelt), Europa y la Agencia Judía presidida por Ben Gurion en Palestina.

Algunos historiadores sostuvieron que cuando los aliados pudieron haber bombardeado Auschwitz en 1944, ya se había asesinado al 90 % de los judíos, pero Davies, aun considerando que fue un gran error de Churchill y Roosevelt, esgrime que la destrucción de los tendidos de ferrocarril y las cámaras y hornos crematorios de Auschwitz-Birkenau, no solo hubiera paliado en ese momento la acusación por parte de los judíos de que ambos dirigentes «no hicieron nada» para frenar el Holocausto. Destruir el letal engranaje nazi no solo hubiera dado argumentos morales a las potencias vencedoras (que después de 1945 monopolizaron el Consejo de Seguridad de la ONU) en favor de



Joel Brand, a la izda, miembro del Comité de Ayuda y Rescate de Budapest, un grupo sionista clandestino. A la dcha. el coronel Eichmann, organizador de la propuesta «Sangre por bienes».

otros grupos étnicos, sociales y políticos que también fueron ejecutados en los campos de trabajo y exterminio del III Reich. Y visto con retrospectiva, para Davies bombardear Auschwitz o destruir las vías de ferrocarril que conducían al campo de la muerte, hubiera sentado un importante precedente moral para que, décadas posteriores, las potencias intervinieran en crímenes de guerra posteriores cometidos en Armenia, Camboya, Kosovo o Ruanda (entre otros...). Como ha señalado M. Berenbaum en un estudio recopilatorio sobre el tema (*¿Por qué no se bombardeó Auschwitz?*), al final el intenso debate historiográfico entre los historiadores militares y los defensores de la causa judía se convirtió en un «diálogo de sordos» con una conclusión pesimista: los nazis consiguieron su objetivo e impidieron que sus víctimas pudieran defenderse, mientras que los aliados ni siquiera bombardearon Auschwitz como acto de protesta.

En este sentido, de la polémica sobre si Auschwitz debiera haber sido bombardeado o no, se puede extraer una reflexión: en la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI, los destinos de muchas naciones, confesiones religiosas e ideologías siguen estando supeditados a los intereses de las potencias occidentales (con la excepción del creciente protagonismo de potencias asiáticas). Asimismo, en lo que se refiere al pueblo judío y la aparición del estado de Israel, evolucionó entre la persecución sistemática por parte del totalitarismo y el reproche de haber sido abandonado por las democracias occidentales. Esta reflexión podemos enmarcarla en el actual conflicto en Gaza, donde cobran especial relevancia tanto las diferentes actitudes de Europa, como las palabras pronunciadas en Auschwitz por el entonces (y actual) Primer Ministro Benjamín Netanyahu en 1998: «Lo único que se necesitaba fue bombardear los vagones de tren. Los aliados bombardearon las cercanías del objetivo. Los pilotos tan solo tenían que mover sus miras de bombardeo. Crees que no lo sabían. Lo sabían. No bombardearon porque en aquel momento los judíos no tenían un estado, ni la fuerza política para protegerles». □

POR TATA GAVILÁN  
Coach Sistema  
Integral Alta  
Competición  
@tatagavilan



## HABLEMOS DE... RESILIENCIA

ENLACE AL CANAL

x.com/byneontelegram

O escanea el código QR:



ESTA CAPACIDAD QUE NOS PERMITE AFRONTAR LA ADVERSIDAD OBTENIENDO UN RENDIMIENTO POSITIVO Y UN CRECIMIENTO EMOCIONAL SE PUEDE ENTRENAR.

**S**egún la RAE resiliencia es la capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos. Y, aunque pueda parecer extraño, no tiene su origen en la psicología. De hecho, hasta hace relativamente poco tiempo era un concepto que se utilizaba en ingeniería para referirse a la capacidad que tienen ciertos tipos de materiales de volver a su estado original después de haber sido deformados. Así pues, la resiliencia significa ser capaz de afrontar eventos difíciles, sí, pero sin que ello cambie en ti nada de tu esencia positiva; es más, que añade valores mayores, o sea, que conlleva un crecimiento personal.

Cuando pasa algo malo, sientes ira, sufrimiento y dolor. Y normalmente puedes seguir adelante, tanto física como psicológicamente. Pero, ¿a qué precio?

Ahí está la clave que define a las personas que son resilientes: tienen la capacidad de obtener mejor rendimiento de los acontecimientos vitales estresantes e, incluso, en ocasiones, son capaces de aprender destrezas nuevas a partir de dichos sucesos negativos. No solo no pagan un precio, sino que se benefician. Por eso, la resiliencia está relacionada con tener una mejor salud mental y física. Es considerada equivalente a la invulnerabilidad, al crecimiento personal postraumático y a la resistencia al estrés y la adversidad.

**EXISTEN DIVERSAS MANERAS DE SUPERAR LOS PROBLEMAS** y todo dependerá de las estrategias de afrontamiento que cada uno lleve dentro de sí; estrategias tácticas que nos hacen actuar de una determinada manera ante sucesos negativos o estresantes. Por ejemplo, una persona que ha vivido el

abandono de su pareja tiene dos opciones; puede sucumbir a la adversidad y quedarse en casa pensando en los motivos de la ruptura o puede tomar una actitud resiliente y decidir salir de casa para conocer a gente nueva. De modo que se podría decir que existen dos tipos de estrategias de afrontamiento, las adaptativas y las desadaptativas. La resiliencia estaría en las adaptativas.

Otro aspecto a destacar es que la gente que presenta más vulnerabilidades, es decir, que no son resilientes o que tienen estrategias de afrontamiento desadaptativas, no pueden entender la conducta de los resilientes que, injustamente, en muchas ocasiones, son vistos de manera negativa, juzgados o catalogados como personas frías y sin sentimientos. Sin embargo, esto no es real. Todo lo contrario.

**¿QUÉ NOS HACER SER O NO RESILIENTES?** Tiene que quedar claro que la resiliencia no es una habilidad o capacidad absoluta que se adquiere de una vez y que es para siempre; es el resultado de la interacción constante entre el individuo y su entorno. Y, cómo no, se puede entrenar con una serie de estrategias si se acude a un profesional especialista en ella. Aun así, existen diversos factores de riesgo y factores protectores que nos harán ser más o menos resilientes. Los factores protectores son aquellos que favorecen la aparición de la resiliencia en la formación emocional a edades tempranas. Son factores como vivir en un entorno con personas resilientes, aprender a tener autocontrol emocional, saber controlar los impulsos, tener un autoconcepto positivo, y aprender a gestionar los conflictos desde la positividad. En cuanto a los factores de riesgo, son aquellos que no favorecen la aparición de la resiliencia, en este caso, los contrarios a los protectores.

Hablemos de las características de las personas resilientes. Los resilientes aceptan la realidad e intentan darle sentido a lo que les está ocurriendo por muy negativo que sea. Saben localizar sus propios problemas, con lo que ya están dando paso a la búsqueda de soluciones inteligentes. Por supuesto, son optimistas; el pesimismo, no lo olvidemos, solo es parte de una mala salud mental. Saben y aprenden con facilidad, a controlar sus impulsos, ya que es parte de su autocontrol emocional. Siempre, y esto es muy importante, ven las adversidades como oportunidad de crecimiento. Y, por supuesto, tienen una característica, que todo el mundo cree tener (aunque nada más lejos de la realidad): empatía. Y, por último, una de las características más importantes de alguien resiliente es que acepta la realidad tal y como se presenta. Es decir, no minimiza ni maximiza las consecuencias de lo que le ocurre, es objetiva.

**POR LO QUE VEMOS, SER RESILIENTE SOLO TIENE VENTAJAS FRENTE AL MUNDO.** Si lo eres, sufres menos trastornos del estado de ánimo, sabes hacer frente a todo tipo de situaciones, sin que eso te afecte a la salud (por el contrario, esta se verá reforzada), vives más feliz y satisfecho, obtienes mejores resultados laborales, aceptas el entorno sin juzgarlo, tomas más riesgos de vida (con lo positivo que ello implica), y eres de gran ayuda para todo el que te rodea.

Ser empático solo es posible en una persona emocionalmente estable. Acudir a terapia, no debería ser solo para la solución de problemas, más bien debe hacerse de manera preventiva, para entrenar y obtener capacidades tan importantes como esta. La salud siempre empieza por las emociones. Vente a ser feliz. □

# ¡DISFRUTA DE GRANDES LECTURAS!

En este viaje científico, los divulgadores Daniel Pellicer y Adrián Villalba exploran el extraordinario proceso del nacimiento humano, un fenómeno cotidiano que sin embargo esconde una complejidad asombrosa. Describen cómo la naturaleza ha perfeccionado a lo largo de millones de años una fórmula precisa donde la biología y la genética convergen, dejando siempre un margen para el azar.



 Pinolia



Escanea este código QR y podrás comprar fácilmente este libro.

**POR  
MANUEL  
MARTÍN-LOECHES**  
Doctor en Psicobiología.  
Responsable de la  
Sección de Neurociencia  
Cognitiva del Centro Mixto  
UCM-ISCIH de Evolución y  
Comportamiento Humanos.



# ¿EN QUÉ HAN QUEDADO LAS ÁREAS DE BROCA Y DE WERNICKE?

NUEVOS ESTUDIOS AFIRMAN QUE LAS ZONAS PERCEPTIVAS Y MOTORAS TRABAJAN SIEMPRE AL ÚNISONO Y RESTAN IMPORTANCIA A ESTAS ÁREAS.

**C**asi todo curioso del cerebro y la mente humanos seguro que ha oído hablar de estos dos nombres: Broca y Wernicke. Son dos áreas del cerebro tradicionalmente consideradas como de la mayor importancia para el lenguaje. Sin embargo, la neurociencia ha avanzado e investigado mucho en las últimas décadas en torno a esta habilidad y puede que tanto Broca como Wernicke tengan que bajarse del pedestal en el que llevan asentadas desde el siglo XIX como «áreas del lenguaje» por excelencia. Puede que esta etiqueta haya que ponerla en cuarentena, lo que sin duda va a sorprender a muchos. Vamos a ponernos en contexto.

FUE EN 1861 CUANDO EL NEURÓLOGO FRANCÉS PAUL BROCA publicó su famoso trabajo en el que describía un notable trastorno del lenguaje en un paciente con una lesión en la «tercera circunvolución frontal izquierda». Es importante recalcar su localización en el hemisferio izquierdo, pues tanto el área Broca como la de Wernicke se encuentran exclusivamente allí en la inmensa mayoría de los humanos. La tercera circunvolución frontal podríamos situarla, aproximadamente, a la altura de la sien. Pues bien, dicho paciente no podía hablar, pero sí entendía -al menos eso parecía- el lenguaje. Ejecutaba y entendía órdenes verbales simples, era capaz de ser coherente con lo que se le pedía. Pero no era capaz de hablar. Todo lo que podía decir era «tan», y por eso en el hospital se le acabó llamando «el señor Tan-Tan». Por consiguiente, esa zona del cerebro parecía encargarse de articular el lenguaje. Fue uno

de los primeros y más nombrados estudios científicos sobre la neurociencia del lenguaje, cuando aún no se conocían ni tan siquiera muchos de sus mecanismos y componentes cognitivos. Fue realmente un estudio pionero.

Unos años después, en 1874, el neurólogo alemán Carl Wernicke publicaba por su parte un trabajo en el que propone un modelo sobre

## UN ÁREA, LA DE BROCA, PARECÍA SERVIR PARA HABLAR, Y LA OTRA, LA DE WERNICKE, PARA COMPRENDER

las bases neurales del lenguaje que prácticamente ha estado en vigor -en gran medida- hasta nuestros días. Para empezar, él encuentra una zona, a la misma altura que el área de Broca, pero mucho más atrás, en el lóbulo temporal, que es sensible a los sonidos del lenguaje. La llamó «centro para las imágenes auditivas de las palabras», pero con el tiempo se acabaría llamando - ¿cómo si no? - área de Wernicke. Ya teníamos localizadas dos de las áreas más famosas de la historia de la neurociencia. Una, el área de Broca, parecía servir para hablar, y la otra, la de Wernicke, para comprender. Además, el mismo

Carl Wernicke describió la existencia de una conexión especializada entre ambas, el llamado fascículo arqueado. Es este un conjunto de axones que conecta ambas áreas en ambos sentidos, de manera que la comprensión y la producción del lenguaje se produzcan coordinadamente.

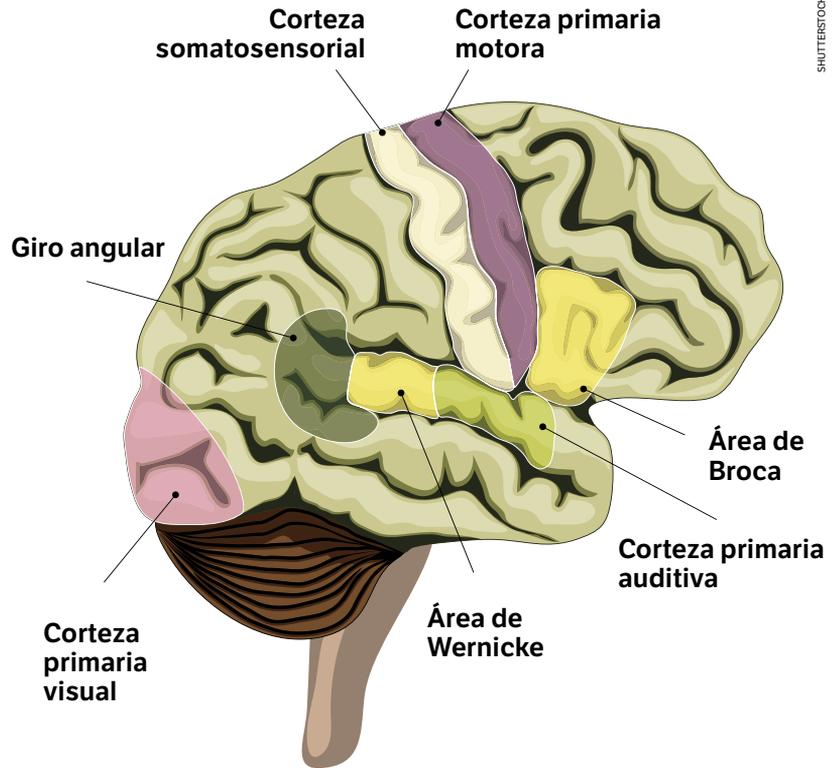
El modelo era demasiado sencillo, pero a veces lo simple es mejor que lo complejo. Y, en cualquier caso, tuvo mucho éxito y fue evolucionando con el tiempo. De hecho, en colaboración con Ludwig Lichtheim, Wernicke añadió un tercer centro del lenguaje, al que se conectaban los dos anteriores, y que denominaron «centro de los conceptos de los objetos». Y es que no es lo mismo identificar las palabras que saber lo que significan. Ni articular el lenguaje sin saber de qué se está hablando.

Con el tiempo, el modelo quedó algo olvidado por ser un tanto localizacionista, es decir, pretender que las funciones cognitivas «residen» en lugares concretos del cerebro. Es esta una tendencia que, junto con su contraria (creer que las funciones están distribuidas por muchos lugares del cerebro) alternan, van y vienen dentro de la neurociencia cognitiva. Hoy en día las dos parecen haberse hecho compatibles, la realidad parece dar la razón a ambas posturas. El caso es que, tras un largo abandono, la propuesta de Wernicke fue retomada y relanzada en los años 60 del pasado siglo por el neurólogo americano Norman Geschwind. El modelo resultó muy útil para localizar las lesiones de pacientes con afasias, la forma técnica de denominar a los trastornos del habla tras un daño cerebral. Así, había afasias de producción, o

de Broca, y afasias de recepción, o de Wernicke. Y también las había de conducción, cuando lo que se lesionaba era la transmisión de información entre ambas, principalmente en el fascículo arqueado, y el paciente -por ejemplo- era incapaz de repetir lo que se le decía, aunque pudiera hablar de forma espontánea.

Y así se quedó la neurociencia del lenguaje durante muchos años. Aún en Internet podemos encontrar -como si fuera actual- un modelo del lenguaje según el cual el área de Wernicke es «para comprender» y la de Broca «para hablar». Es el modelo de Geschwind, o de Ernicke-Geschwind, simplificado. La cosa, sin embargo, no es exactamente así; y se complicó mucho cuando llegaron las modernas técnicas de neuroimagen, a partir de los años 80 del siglo pasado. Veamos esos cambios.

**EN EL ÁREA DE WERNICKE SE IDENTIFICARÍAN LAS PALABRAS,** pero solo su sonido. Wernicke, de hecho, ya lo describió así. El significado habría que buscarlo en otras zonas del cerebro. Y se encontró en muchas: aquellas que tengan que ver lo denotado. ¿Dónde está el significado de correr? En las zonas del cerebro con las que muevo y coordino las piernas. ¿Y el de barco? Pues en zonas visuales que representan su forma y movimientos. Dicho de otra manera, los sonidos de las palabras están conectados con representaciones del mundo obtenidas de la interacción entre este y el cuerpo. Pero en el lenguaje hay también unas reglas para combinar las palabras, la llamada gramática o sintaxis. Y su lugar preferente -aunque no el único- parece ser el área de Broca y alrededores. Sí, aunque esté en una zona de coordinación motora. La sintaxis no es otra cosa sino «ordenar» o secuenciar las palabras y sus constituyentes de manera adecuada. Así, vemos que se cumple uno de los principios de la función cerebral más destacables: que las áreas perceptivas y motoras trabajan siempre al unísono, tanto para percibir como para actuar. Broca, Wernicke y otras regiones están implicadas tanto



Nuevas teorías afirman que las zonas circundantes al área de Broca y Wernicke sí serían las verdaderamente relevantes para el lenguaje.

cuando comprendemos el lenguaje como cuando lo hablamos. Forman un sistema unitario.

**FRUTO DE VARIOS AÑOS DE INVESTIGACIÓN,** sin embargo, en 2024 se publicaba una extensa revisión por parte de un equipo del MIT que ponía patas arriba este último modelo en el que la mayoría de los neurocientíficos estaban ya más o menos de acuerdo. Según esta última propuesta, ni Broca ni Wernicke son áreas verdaderamente relevantes para el lenguaje. Sí lo serían zonas cercanas, circundantes, de los lóbulos frontal y temporal, que parecen estar implicadas cada vez que hablamos o escuchamos hablar. Es más -según estos autores-, serían regiones específicas y exclusivamente lingüísticas, pues solo se activan por y para el lenguaje y muy poco -o nada- para otras funciones cognitivas. Esto las diferenciaría de las áreas de Broca y Wernicke: tanto una

como otra se han visto implicadas en diversas funciones no lingüísticas, como secuenciar movimientos o determinar patrones de secuencias auditivas. Broca y Wernicke ya no serían 'las áreas del lenguaje'. Y así se acabó su largo reinado, ahora en manos del llamado sistema central del lenguaje.

Pero no todo está perdido. La ciencia es cambio y discusión. Esta última propuesta tiene mucho que ofrecer, y mucho que tener en cuenta, pero no es una verdad absoluta. De hecho, desde que surgió de manera explícita, ya ha sido contestada por varios grupos de neurocientíficos. Por ejemplo, una parte sustancial de ese 'nuevo' sistema central del lenguaje parece coincidir con la conocida como red cerebral por defecto, que en absoluto es exclusivamente lingüística y de la que tendremos (mucho) que hablar en otra ocasión por su relevancia y sus misterios. Broca y Wernicke, de momento, no lo han perdido todo. □

POR  
EUGENIO MANUEL  
FERNÁNDEZ AGUILAR  
Físico  
Director de Muy  
Interesante Digital



# FERMINA ORDUÑA, LA PRIMERA MUJER ESPAÑOLA EN REGISTRAR UNA PATENTE EN 1865

SU VISIÓN INNOVADORA Y SU ESPÍRITU EMPRENDEDOR LA LLEVARON A SUPERAR LAS RESTRICCIONES QUE EXISTÍAN PARA LAS MUJERES. EN LOS ALBORES DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL FUE UNA PIONERA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

**E**l nombre de Fermina Orduña ocupa en la historia de la innovación española un lugar destacado por un logro excepcional: en 1865, se convirtió en la primera mujer en España en registrar una patente. Este hecho es aún más significativo si se considera el contexto social del siglo XIX, cuando las mujeres se venían obligadas a enfrentarse a numerosas restricciones legales y culturales que limitaban su participación en la ciencia, la tecnología y el ámbito empresarial. Sin embargo, Fermina desafió las normas de su tiempo, mostrando una visión innovadora y una voluntad emprendedora que aún hoy merece ser reconocida.

El invento de Fermina, un carruaje diseñado para transportar animales lecheros y mejorar la distribución higiénica de la leche en las ciudades, reflejaba tanto una preocupación por la salud pública como un ingenio notable para resolver problemas

SU INVENTO  
**GARANTIZABA UN  
PRODUCTO FRESCO**  
Y EN MEJORES  
CONDICIONES  
HIGIÉNICAS

prácticos de la vida cotidiana. Su legado resalta la importancia de las contribuciones femeninas a la tecnología, a menudo invisibilizadas.

**EL CONTEXTO HISTÓRICO: ESPAÑA EN EL SIGLO XIX.** El siglo XIX fue una época de profundos cambios sociales y tecnológicos en España. La Revolución Industrial empezaba a transformar el panorama económico, con avances que afectaban tanto a las ciudades como al campo. Sin embargo, el acceso a estos nuevos horizontes de innovación y emprendimiento no era igual para todos. Las mujeres, en particular, se enfrentaban a fuertes restricciones legales, sociales y culturales que las mantenían al margen de la vida pública, relegándolas a tareas domésticas y roles tradicionales. A pesar de estos obstáculos, algunas mujeres visionarias lograron destacar.

En este contexto, las patentes — conocidas entonces como «privilegios de invención» — empezaron a regularse en España a través de una normativa que buscaba proteger los derechos de los inventores. Sin embargo, el acceso a este sistema era prácticamente exclusivo de los hombres, quienes monopolizaban las áreas de la ciencia, la tecnología y la industria. Para una mujer, registrar una patente era un desafío no solo administrativo, sino también cultural: era necesario romper con la percepción de que el desarrollo tecnológico era terreno exclusivo de los varones.

Por otra parte, en aquel entonces, la sociedad se veía envuelta en problemas importantes en cuanto a la salud pública, especialmente en las ciudades. Las condiciones higiénicas de productos como la leche eran precarias, lo que incrementaba el riesgo de enfermedades entre la población. La pasteurización aún no se había generalizado, y el transporte de alimentos era rudimentario e ineficiente.

**FERMINA ORDUÑA Y SU PATENTE REVOLUCIONARIA.** En abril de 1865, Fermina Orduña presentó y obtuvo un «privilegio de invención», lo que hoy conocemos como patente, para un innovador carruaje diseñado con el objetivo de transportar de manera higiénica burras, vacas y cabras lecheras. Fue registrado con el número 4006. Su invento, denominado oficialmente como «Carruaje para caballerizas para la conducción higiénica de las burras, vacas o cabras de leche para la expedición pública», respondía a un problema urgente en la sociedad de la época: la distribución segura y saludable de leche fresca en las ciudades. Este medio de transporte permitía llevar los animales lecheros hasta los puntos de venta, donde podían ser ordeñados al momento, garantizando un producto fresco y en mejores condiciones higiénicas.

El carruaje de Fermina era algo más que un medio de transporte: se trataba de una solución integral a varios problemas relacionados con



ASCANDO/INEV/GENIO FERNÁNDEZ



Dibujo original de la patente de Fermina Orduña

la distribución de leche. Contaba con un sistema para alimentar a los animales durante el trayecto, además de incluir un ordeñador mecánico y una caldera para mantener la leche a una temperatura adecuada. Estos elementos, cuidadosamente diseñados, buscaban garantizar que el producto llegara al consumidor final en las mejores condiciones posibles, algo especialmente relevante en una época en la que aún no se había popularizado la pasteurización. Este enfoque, que combinaba innovación técnica con atención a la salud pública, destacaba por su modernidad y practicidad.

Efectivamente, el impacto de su invento iba más allá de la mejora en la calidad de la leche. El carruaje también facilitaba la vida de los comerciantes que distribuían este producto y ofrecía una solución más eficiente para cubrir las demandas urbanas. En una época donde las infraestructuras para el transporte de alimentos eran rudimentarias, esta invención era un paso adelante en la modernización del comercio de productos frescos. Por último, respondía a una preocupación creciente por la higiene, un tema que comenzaba a cobrar importancia en las sociedades urbanas europeas.

El hecho de que Fermina Orduña desarrollara y registrara un invento tan completo y funcional demuestra no solo su ingenio, sino también su capacidad para identificar necesidades y ofrecer soluciones efecti-

vas. Esto la posiciona como una mujer excepcionalmente adelantada a su tiempo, capaz de desafiar tanto los retos técnicos como los prejuicios sociales de su época.

**¿CÓMO ERA ESTE INVENTO?** El carruaje, cerrado y tirado por caballos, estaba equipado con diversos elementos diseñados cuidadosamente para el bienestar del ganado y la eficiencia del proceso. En su interior, una pesebrera abastecía a los animales con pienso seco de alta calidad, evitando que ingirieran pastos que pudieran perjudicar su salud o su capacidad de lactancia. El diseño incluía ventanas para la ventilación, una puerta con rampa para facilitar la entrada y salida de los animales y un cabriolé donde se situaba el cochero que guiaba el vehículo. Estas características aseguraban que el transporte se realizara de manera cómoda tanto para los animales como para los operadores.

Una de las innovaciones más destacadas era el sistema llamado «calori-lácteo», un recipiente de agua caliente que permitía mantener la leche recién ordeñada a una temperatura similar a la del ordeño natural durante aproximadamente veinte minutos. Este mecanismo aseguraba que el producto llegara fresco al consumidor, evitando los problemas derivados de los cambios de temperatura. La caldera para generar agua caliente estaba instalada directamente en el carruaje, aunque

en épocas más cálidas podía sustituirse el agua caliente por materiales aislantes como corcho para mantener la leche en condiciones óptimas. El carruaje también estaba equipado con una campana que anunciaba su llegada a los vecinos, similar a los servicios itinerantes de la época. Una vez en el punto de destino, los animales eran ordeñados directamente y la leche se recogía en vasos de cristal herméticos, que luego se entregaban al cliente. Para mayor comodidad y sostenibilidad, los vasos se reutilizaban: los consumidores devolvían el recipiente del día anterior al recibir el nuevo.

**¿FUE REALMENTE LA PRIMERA INVENTORA ESPAÑOLA?** Aunque Fermina Orduña es reconocida oficialmente como la primera mujer española en registrar una patente, cabe preguntarse si fue realmente la primera inventora del país. La historia sugiere que probablemente no. Desde tiempos antiguos, las mujeres han creado soluciones ingeniosas para problemas cotidianos, especialmente en el ámbito doméstico, agrícola o artesanal, pero la falta de acceso a la educación formal y a los mecanismos legales para proteger sus ideas impedía que estas innovaciones trascendieran a la sociedad.

Fermina Orduña es también un símbolo ya que representa a todas esas mujeres invisibilizadas por un sistema que no valoraba ni reconocía sus aportaciones. □

# NUEVOS ESTÁNDARES EN DISEÑO Y AUTONOMÍA

EL A6 E-TRON ES EL PRIMER MODELO DE AUDI PURAMENTE ELÉCTRICO DISPONIBLE COMO SPORTBACK Y AVANT, CON UN DISEÑO QUE PERMITE LA MEJOR AERODINÁMICA DE LA GAMA Y, POR TANTO, UNA MAYOR EFICIENCIA: MÁS DE 700 KILÓMETROS.

**A**udi lanza el A6 e-tron en versiones con carrocería Sportback y Avant, el primero con ambas configuraciones, y el segundo modelo basado en la Plataforma Premium Eléctrica (PPE), lo que le permite ofrecer prestaciones, autonomía, eficiencia y recarga. También es el primer Audi que utiliza esta plataforma con un concepto de suelo plano. El exterior es potente, deportivo y perfectamente proporcionado. La nueva filosofía de diseño de la marca define el interior. Dependiendo del nivel de equipamiento, el A6 e-tron ofrece muchas características innovadoras, como los retrovisores exteriores virtuales de segunda generación, un techo panorámico de cristal que se vuelve opaco con solo pulsar un botón y el logotipo con los aros iluminados en la parte trasera.

En cuanto a diseño, tenemos un Singleframe cerrado e invertido, reflejando el lenguaje de diseño distintivo de los modelos e-tron. Los faros principales y otros elementos funcionales, como los sensores del Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor (ADAS) y las tomas de aire, están integrados en la máscara oscura, haciéndolos casi invisibles. Un llamativo *spoiler* remata la zaga del Sportback y el difusor trasero acentúa aún más el aspecto dinámico.

En cuanto a motorizaciones, el A6 e-tron ofrece la versión A6 e-tron performance con propulsión trasera y una potencia de sistema de 270 kW (280 kW con Launch Control) y el S6 e-tron con tracción quattro y una potencia de 370 kW (405 kW con Launch Control),

tanto en versiones Sportback como Avant. Pero la más llamativa es el modelo de acceso a la gama, con propulsión trasera y una batería más pequeña de 83 kWh de capacidad bruta; y otro modelo con tracción quattro y la batería de mayor capacidad, de 100 kWh.

NOTA: 4,97 ★★★★★

Desde 67 980 euros





**EN EL INTERIOR** destaca la pantalla MMI panorámico display, con su diseño curvado y tecnología OLED, la cual integra el Audi virtual cockpit de 11,9 pulgadas y la pantalla MMI touch de 14,5 pulgadas. Junto con la pantalla MMI para el acompañante, que tiene 10,9 pulgadas, forman un escenario digital (*Digital Stage*) con un diseño visualmente claro y definido. El modo activo de privacidad permite al pasajero del asiento delantero disfrutar de contenidos de entretenimiento mientras viaja, como por ejemplo ver películas o series en *streaming*, sin distraer al conductor.



**EL MALETERO** ofrece 502 litros de espacio para el equipaje (avant y sportback). Con los asientos traseros abatidos la capacidad aumenta hasta 1422 litros en el avant y hasta 1330 litros en el sportback. Hay 27 litros adicionales en el maletero delantero (*frunk*) bajo el capó, un lugar práctico para guardar bolsas de viaje de pequeño tamaño, el cual forma parte del equipamiento de serie del vehículo.

# UN SKODA DE PRIMERAS VECES

**S**koda ya tiene disponible el Elroq, su primer modelo totalmente eléctrico en el segmento de los SUV compactos. Se trata también del primer modelo en adoptar el nuevo lenguaje de diseño Modern Solid de la marca checa, que combina robustez, funcionalidad y autenticidad. El Elroq ofrece una amplia gama de opciones de propulsión y baterías, con una autonomía máxima de 578 kilómetros. Su amplio equipamiento de serie incluye cámara de visión trasera, Crew Protect Assist,

Remote Parking Assist, Side Assist, pantalla de infoentretenimiento de 13 pulgadas y SmartLink. Todo sumado a un generoso espacio interior. Además, tiene el maletero más grande de su segmento, con 470 litros de capacidad (hasta 1580 litros con los asientos traseros abatidos). También hay nuevas funcionalidades Simply Clever, entre ellas compartimentos inteligentes que ofrecen 48 litros de capacidad de almacenamiento, y una red de almacenamiento para el cable de carga bajo la bandeja trasera.

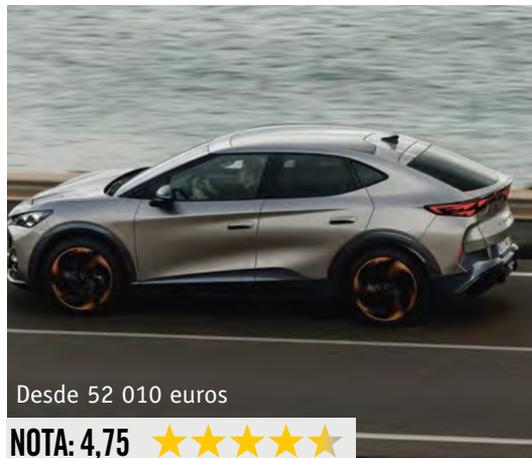


NOTA: 4,61 ★★★★★

## MUCHO MÁS QUE UN SUV ELÉCTRICO

**CUPRA HA PRESENTADO** la versión *endurance* de su Tavascan, un SUV de corte y tacto deportivo con unas cifras espectaculares: la batería de 77 kWh ofrece hasta 569 km de autonomía, y eso da para un uso cotidiano y también para viajar; con corriente continua pasa del 10 al 80 % en 28 minutos cargando a un máximo de 135 kw; y el motor de 286 cv hace que consigas un 0 a 100 km/h de 6,8 segundos. Su silueta *coupé* y formas musculosas junto a su distintiva firma lumínica le dan un toque muy

moderno y deportivo. Aunque el interior también resulta muy impactante, sobre todo por el doble arco que separa ambas plazas delanteras. Sin olvidar su pantalla de 38 centímetros y sus múltiples asistentes a la conducción, como, por ejemplo, el aparcamiento a distancia. No hay que olvidar tampoco que es el cupra más grande hasta el momento, con 4,6 metros de largo, por lo que habitabilidad para cinco pasajeros tiene de sobra, y también acoge un maletero de 540 litros.



Desde 52 010 euros

NOTA: 4,75 ★★★★★



## EL SALTO DE KIA EN ELECTRIFICACIÓN

KIA HA PRESENTADO SU NUEVO 100% ELÉCTRICO, su primer modelo enchufado berlina (cuatro puertas) y *hatchback* (cinco puertas), el EV4. Con dos baterías a elegir, superará los 600 km de autonomía. Lanzado para redefinir el segmento C, lo hará con un diseño muy llamativo que se diferencia bastante de sus competidores. Por ejemplo, su imagen combina una silueta de frontal bajo y cola larga en el que destacan los grupos ópticos en el frontal y el deflector de dos piezas en la parte trasera. Pero el énfasis lo pone en la comodidad y el espacio. Con ese fin, cuenta con un reposabrazos giratorio, una superficie deslizante sobre la consola, un espacio de asiento maximizado en la primera y segunda filas, así como el mayor volumen para equipaje de su clase: 490 litros (435 en la versión con portón trasero).

NOTA: 4,61 ★★★★★



Desde 32 900 euros

## MÁXIMO CONFORT Y PLACER DE CONDUCCIÓN

EL NUEVO SUV TOPE DE GAMA DE OPEL, el Grandland, llama la atención por sus innovadores faros Intelli-Lux HD con más de 50 000 píxeles inteligentes en el exterior y por un máximo confort en el interior. Los asientos ergonómicos con cojines laterales ajustables individualmente certificados por Aktion Gesunder Rücken e.V (AGR) garantizan un placer de conducción puro y, sobre todo, relajado. Y la ergonomía patentada Intelli-Seat, con un hueco central en el asiento, ya es de serie en todos los asientos delanteros. Las soluciones inteligentes, como el Pixel Box iluminado y translúcido, también garantizan que el conductor ya no pierda una llamada de su pareja. Porque mientras el *smartphone* se carga de forma inductiva, está visible en todo momento. Asimismo, todas sus motorizaciones son electrificadas.

NOTA: 4,42 ★★★★★

## CUIDADO POR LOS DETALLES

El Leapmotor C10 sobresale en su categoría por sus 420 km de autonomía 100 % eléctrica, que pueden llegar hasta los 974 km en su versión eléctrica de autonomía extendida. En un primer vistazo, el Leapmotor C10 es imponente tanto por su diseño como por sus dimensiones. Con una longitud de 4739 mm, una anchura de 1900 mm, una altura de 1680 mm y una distancia entre ejes de 2825 mm, destaca por su gran presencia en carretera, además de ofrecer un interior espacioso y funcional. Además, su altura libre al suelo contribuye a garantizar la estabilidad y la seguridad

en todo tipo de terrenos. En detalle, sobresale un cuadro de instrumentos digital de 10,25w pulgadas, una pantalla táctil de 14,6 con una interfaz totalmente táctil directamente inspirada en los *smartphones* y *tablets* que se han convertido en parte esencial de nuestro día a día; y una innovadora iluminación ambiental multimodo que mejora el ambiente interior garantizando una experiencia sensorial personalizable e inmersiva. Asimismo, con 435 litros de capacidad de maletero en condiciones normales, el vehículo puede albergar hasta siete maletas de 20 pulgadas.



Desde 32 900 euros

NOTA: 3,74 ★★★★★

## LLENO DE POSIBILIDADES

**EL NUEVO CITROËN C3 AIR-CROSS** ya está aquí, disponible para pedir en sus variantes eléctrica, híbrida o gasolina. Construido sobre la nueva plataforma Smart Car, ofrece una gama multienergía, con una alternativa gasolina 1.2 Turbo de 100 CV como entrada de gama, una motorización Hybrid de 136 CV que reduce el consumo y las emisiones en un 15 % y permite circular en modo «cero emisiones» en la mitad de los trayectos urbanos y una versión 100 % eléctrica con batería LFP de 44 kWh con 300 km

de autonomía. Además, con 4,39 metros de longitud (23 cm más que la generación anterior), 1,79 metros de anchura y 1,66 metros de alto, es el único SUV del segmento B capaz de ofrecer una comodidad de primera clase para hasta siete pasajeros además de un maletero que puede ampliarse, gracias a su modularidad, a una capacidad de 1600 litros. La personalización también se ha tenido muy presente, con un elenco de 6 tonos de carrocería, 2 colores de techo y el detalle de los Colour Clips.



Desde 52.010 euros

NOTA: 4,39 ★★★★★

## EQUILIBRIO ENTRE CONFORT Y TECNOLOGÍA

**E**l nuevo TANG, el SUV 100 % eléctrico del segmento E de BYD, ofrece una experiencia de primera clase al combinar diseño y versatilidad con un equilibrio perfecto entre confort y tecnología. Así, el renovado SUV familiar de siete plazas destaca por sus nuevos faros angulares full-LED y un distintivo embellecedor con el anagrama BYD en su diseño exterior, y por la funcionalidad interior.

Por ejemplo, los dos asientos individuales de la tercera fila pueden plegarse para quedar enrasados con el piso, la capacidad del maletero puede variar entre 235 y 1655 litros según configuración de asientos; y son numerosos los compartimentos portaobjetos de fácil acceso, varios puertos USB-C, y hasta una superficie de carga inalámbrica que permite cargar



NOTA: 4,56 ★★★★★ Desde 72.000 euros



NOTA: 3,97 ★★★★★ Desde 24 990 euros

## EL REINICIO DE EBRO

**EBRO ESTÁ DE VUELTA Y TIENE UN OBJETIVO:** ofrecer vehículos con la mejor relación calidad/precio del mercado. Así llega el EBRO s700, equipado solamente con un motor gasolina de 147 CV. Con unas dimensiones de 4,55 metros de largo, 1,86 metros de ancho y 1,69 metros de alto, ofrece un espacioso habitáculo y un maletero con una capacidad de 500 litros. La versión de acceso, la Comfort, ofrece un completo equipamiento de serie que incluye, en el exterior, raíles de techo y faros LED automáticos, por ejemplo. En el interior destacan, entre otros muchos detalles, un panel de instrumentos LCD de 12,3 pulgadas, más pantalla central de 12,3, y asientos tipo *bucket* con el reposacabezas integrado.

simultáneamente dos *smartphones* con hasta 50 W. Con un motor de 517 CV de potencia, puede recorrer hasta 681 km de autonomía en ciclo urbano, y hasta 530 en combinado. Asimismo, el sistema inteligente de tracción a las cuatro ruedas AWD del BYD TANG ajusta continuamente la distribución de la potencia entre ambos ejes, garantizando unos altos niveles de agarre y tracción en distintas condiciones climatológicas y de la carretera.

## MI OPINIÓN

### EL ELÉCTRICO, FRENA, LA COMBUSTIÓN EVOLUCIONA

**SI ALGO HA DEMOSTRADO LA INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN ES QUE LA REALIDAD SIEMPRE SE IMPONE** a las predicciones.

Durante años, el discurso oficial nos ha hablado de un futuro eléctrico inminente, de una revolución que desplazaría a los motores de combustión sin marcha atrás. Sin embargo, la situación actual nos devuelve una imagen mucho más compleja: fabricantes que, lejos de abandonar la combustión, vuelven a apostar por ella. El ejemplo más evidente lo tenemos en marcas como Audi y el grupo Stellantis. En un movimiento que pocos habrían imaginado hace unos años, han decidido recuperar modelos emblemáticos con motores de combustión. El regreso del Audi A6 con versiones híbridas y térmicas o el posible anuncio de nuevos Alfa Romeo de combustión deja un mensaje tremendamente claro: el mercado no está listo para una transición total a lo eléctrico, incluso nunca llegará a serlo en su totalidad.

Pero no nos equivoquemos; defender la movilidad sostenible no significa imponer un único camino. Es cierto, y no hay duda, de que debemos reducir emisiones y apostar por un transporte más eficiente, pero la electrificación total, sin alternativas viables, no es la única respuesta. La movilidad responsable no pasa solo por coches eléctricos, sino por diversificar las opciones: híbridos eficientes, combustibles sintéticos, hidrógeno y motores de combustión optimizados.

**José Manuel González,**  
coordinador de la sección *Motor*.

No te pierdas su blog en  
[www.muyinteresante.es/curiosidades-motor](http://www.muyinteresante.es/curiosidades-motor)





ISTOCK



## SEMANA SANTA EN ARAGÓN

# ENTRE EL ESTRUENDO DE LOS TAMBORES Y LA FUERZA DE LA TRADICIÓN

La Semana Santa aragonesa es un espectáculo de fervor y tradición que se manifiesta tanto en sus impactantes procesiones como en su rica gastronomía. Desde la emblemática «Rompida de la Hora» en el Bajo Aragón hasta las delicias culinarias como las torrijas y los crespillos, estas celebraciones reflejan siglos de historia y devoción. Con numerosos municipios que ostentan el título de Fiesta de Interés Turístico, Aragón ofrece una experiencia única en la que el sonido de los tambores se entrelaza con los sabores de la Cuaresma.

# L

a Semana Santa en Aragón es un crisol de tradición, fervor y simbolismo. Desde la estremecedora Rompida de la Hora, que hace temblar la tierra en el Bajo Aragón, hasta la solemnidad de la procesión del Santo Entierro en Zaragoza, cada rincón de esta comunidad ofrece una forma única de vivir estas fechas.

Más allá de la fe, la Semana Santa aragonesa representa un patrimonio cultural de valor incalculable, donde historia, música y devoción se entrelazan en una de las festividades más arraigadas de España. Ya sea en el estruendo de los tambores o en el sobrecogedor silencio de las procesiones, Aragón ofrece una experiencia sensorial y espiritual inigualable, donde cada detalle tiene un significado profundo.

### UN PATRIMONIO DE PASIÓN Y DEVOCIÓN

Aragón es una de las regiones donde la Semana Santa se vive con mayor intensidad y fervor. No es casualidad que diez localidades ostenten la declaración de Fiesta de Interés Turístico Internacional, entre ellas Zaragoza y los nueve pueblos que conforman la Ruta del Tambor y del Bombo. Además, Teruel y Barbastro han sido reconocidas a nivel nacional, mientras que otras trece localidades, como Huesca, Calatayud, Tarazona, Jaca y Valderrobres, poseen la distinción de interés turístico regional.

Las celebraciones de la Semana Santa en Aragón no solo destacan por su religiosidad, sino también por la riqueza cultural que encierran. A lo largo de los siglos, estas festividades han evolucionado, pero han conservado intactos elementos tan significativos como las procesiones, los pasos religiosos y las dramatizaciones de la Pasión de Cristo.



TURISMO DE ARAGÓN



TURISMO DE ARAGÓN

El Drama de la Cruz de Alcorisa, en las dos imágenes de arriba, es una representación de la Pasión en la que intervienen alrededor de 300 alcorisanos en tres escenarios. Todo el pueblo participa del Drama, que es fruto de un concienzudo estudio histórico de los hechos representados, y que cada año recibe miles de visitantes de todo el mundo.

**En Aragón diez localidades ostentan la declaración de Fiesta de Interés Turístico Internacional, entre ellas Zaragoza y los nueve pueblos que conforman la Ruta del Tambor y del Bombo**



SHUTTERSTOCK



TURISMO DE ARAGÓN

Arriba, procesión del Santo Entierro del Viernes Santo en la Plaza del Pilar de Zaragoza con la cofradía de la Entrada de Jesús en Jerusalén. A la izquierda, Rompida de la Hora en Albalate del Arzobispo, en la provincia de Teruel. Abajo, Rompida de la Hora en Calanda, Teruel. La Rompida de la Hora se realiza en varios municipios del Bajo Aragón donde se reúnen tambores y bombos para tocar al unísono el Jueves Santo o el Viernes Santo.

Uno de los eventos más emblemáticos es la procesión del Santo Entierro de Zaragoza, que se celebra la noche del Viernes Santo. En ella participan todas las cofradías y hermandades de la ciudad, formando la mayor concentración de tambores y bombos de España. Durante el recorrido, el sonido de los ins-



TURISMO DE ARAGÓN



La procesión del Pregón de Alcañiz tiene lugar el Viernes Santo. Mientras los tambores tocan desfilan las 12 tribus, representadas por una bandera de color negro portada por cofrades que visten túnica negra. Siguen las cinco partes del mundo, representadas por banderas con los nombres de cada continente. A continuación, los ocho estandartes que narran la creación del mundo.

trumentos se entremezcla con saetas y jotas, en un espectáculo sonoro y visual inigualable.

Además de las procesiones, varias localidades aragonesas representan la Pasión de Cristo con una impresionante puesta en escena. El Drama de la Cruz de Alcorisa, celebrado en el Monte Calvario el Viernes Santo, involucra a más de trescientos actores locales, quienes, con gran realismo, reviven los últimos días

## En la Rompida de la Hora miles de tambores y bombos rompen el silencio en un estruendo conmovedor

de la vida de Jesús. Por su parte, en Ayerbe, se escenifica el auto sacramental de la Enclavación, donde el profundo silencio del público refuerza la intensidad emocional de la representación.

### RUTA DEL TAMBOR Y DEL BOMBO: UN SONIDO QUE ESTREMECE

Uno de los eventos más impactantes de la Semana Santa aragonesa es la Rompida de la Hora, una tradición en la que miles de tambores y bombos rompen el silencio en un estruendo conmovedor. Este ritual se lleva a cabo en localidades como Albalate del Arzobispo, Andorra, Híjar, Puebla de Híjar, Samper de Calanda y Urrea de Gaén en la medianoche del Jueves Santo, mientras que en Calanda se realiza el Viernes Santo a las 12 del mediodía.

Este acto, que simboliza el terremoto ocurrido en la muerte de Cristo, es uno de los momentos más sobrecogedores de la Semana Santa en Aragón. Durante esos instantes, los pueblos se sumergen en un



EDUARDO MORENO/ZPHOTO



ASX

Arriba, procesión del Encuentro, abrazo que protagonizan las cofradías de Jesús Camino del Calvario y la Hermandad de San Joaquín y la Virgen de los Dolores el miércoles santo. A la derecha, Turno de Vela de la Cofradía de la Siete Palabras y de San Juan Evangelista delante de su paso. Abajo, cofrades de las Siete Palabras y de San Juan Evangelista en la Plaza del Pilar, procesionando con su característico hábito penitencial verde y blanco.



EDUARDO MORENO/ZPHOTO



SHUTTERSTOCK

Procesión del Santo Entierro en Zaragoza el día de Viernes Santo, con la Cofradía de la Coronación de Espinas con su hábito marrón, que expresa modestia, y morado, penitencia. En esta procesión participan todas las cofradías penitenciales de la ciudad.

estruendo ensordecedor que no solo impacta a los asistentes, sino que también refuerza la unión y el sentimiento de comunidad entre los participantes. Luis Buñuel, célebre cineasta nacido en Calanda, asistía a este evento siempre que podía, y su influencia en el surrealismo cinematográfico se vio reflejada en su manera de representar las tradiciones aragonesas.

En la localidad de Alcañiz, aunque no se rompe la hora, los tambores tocan con un ritmo pausado y melancólico, generando un ambiente de recogimiento y solemnidad. Además, Alcañiz destaca por sus procesiones del Pregón (Viernes Santo, 13:00 h), el Santo Entierro (Sábado Santo, 16:00 h) y las Palometas (Domingo de Resurrección, 13:00 h).

Esta ruta, que abarca nueve localidades, es considerada una de las tradiciones más importantes de la Semana Santa española y ha sido declarada Fiesta de Interés Turístico Nacional.

### LA SEMANA SANTA EN ZARAGOZA: MÁS DE 700 AÑOS DE HISTORIA

Por su parte, la bella capital aragonesa alberga una de las Semanas Santas más espectaculares de España. Con más de 12 000 cofrades y 4000 instrumentos entre tambores, bombos y timbales, las calles de la ciudad se llenan de un sonido inconfundible.

Uno de los momentos más emotivos de estas celebraciones es el Turno de Vela, una tradición en la que los cofrades, al finalizar cada procesión, realizan una vigilia en la Iglesia de San Cayetano. Durante este tiempo, los penitentes rezan en silencio junto a los pasos procesionales, iluminados por la tenue luz de las velas.

Otro de los elementos distintivos de la Semana Santa en Zaragoza es la presencia de jotas religiosas interpretadas en medio de las procesiones, fusionando la música tradicional aragonesa con el recogimiento y la devoción de estas fechas.

**Uno de los momentos más emotivos de la Semana Santa en Zaragoza es el Turno de Vela, donde los cofrades, al finalizar cada procesión, rezan en silencio junto a los pasos**



ASC



ASC



ISTOCK

litterstock



TARDEDETORTASFRITAS.COM



AYUNTAMIENTO DE BARBASTRO

La gastronomía es una parte importante de las celebraciones de la Semana Santa aragonesa. De arriba a abajo, de izda. a dcha., buñuelos, la tradicional torrija, flores de pascua, la mona de pascua y, a la derecha, Fiesta del Crespillo celebrada en la localidad de Barbastro.

El Santo Entierro, que tiene lugar el Viernes Santo, es el evento central de la Semana Santa zaragozana. Se trata de una de las procesiones más multitudinarias del país, con una impresionante participación de cofradías, imágenes religiosas y penitentes. En esta procesión, el sonido de los bombos y tambores resuena con fuerza, acompañando el desfile de 42 pasos procesionales que representan diferentes escenas de la Pasión. Declarada Fiesta de Interés Turístico Internacional, la Semana Santa de Zaragoza es un acontecimiento imprescindible para quienes desean experimentar una de las celebraciones religiosas más intensas y espectaculares de España.

## LA GASTRONOMÍA DE LA CUARESMA Y LA SEMANA SANTA: UN BANQUETE DE TRADICIÓN

La Semana Santa no solo se celebra en las calles, sino también en la mesa. La gastronomía aragonesa de Cuaresma es un reflejo de la cultura y la historia de la región, donde la austeridad se mezcla con el ingenio culinario para crear platos irresistibles.

**1. La Limonada y los Dulces del Jueves Santo.** En la localidad zaragozana de Cabolafuente, se ha recuperado la tradición de la limonada acompañada de dulces típicos como hojuelas, flores y buñuelos, un deleite para los más golosos.

**2. La Cena del Huevo y la Fiesta de los Huevos.** En Bureta y Bolea, se conserva la costumbre de la Cena del Huevo la noche del Jueves Santo. Mientras tanto, en

Lagata, los vecinos se reúnen el Sábado Santo para celebrar la Fiesta de los Huevos, un evento que gira en torno a este ingrediente esencial.

**3. El Sermón de las Tortillas y la Rosca de Pascua.** En Teruel, la fiesta no termina el Lunes de Pascua, ya que el martes se celebra el Sermón de las Tortillas, una jornada de convivencia en la que se disfrutan tortillas, ensaladas, jamón, carnes a la brasa e incluso paellas. Para el postre, nada mejor que la rosca de Pascua, una torta de azúcar con anisetes y huevo cocido.

**4. Crespillos y la Fiesta de Interés Turístico de Barbastro.** Los crespillos son un postre ligado a la Cuaresma y a la Semana Santa. Cada año se celebra en la localidad de Barbastro una degustación popular de este dulce típico del Somontano elaborado a partir de hojas de borrajas rebozadas en una mezcla de huevo, harina, azúcar y anís. La Fiesta del crespillo, celebración que reúne a cientos de visitantes, ha sido reconocida como Fiesta de Interés Turístico de Aragón.

**5. Torrijas y Monas de Pascua.** Las torrijas, uno de los dulces más emblemáticos de la Semana Santa, nacieron de la necesidad de aprovechar el pan sobrante durante los días de abstinencia de carne. Se elaboran remojando el pan en leche o vino con miel, para luego freírlo y espolvorearlo con azúcar o canela.

Por otro lado, las monas de Pascua, tradicionalmente compuestas de un bollo de mantequilla y huevo duro, han evolucionado con la creatividad de los pasteleros, adoptando formas y decoraciones variadas. □

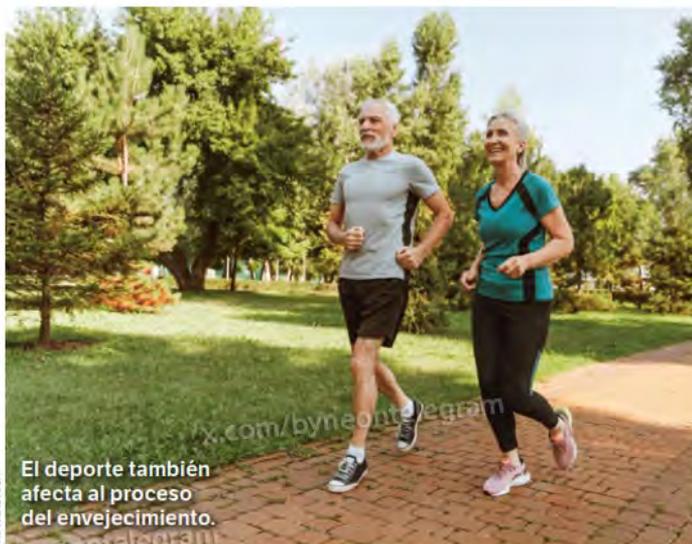
## COMER PARA GANAR

**Tu cuerpo es tu mejor aliado en el deporte.** En *Comer para ganar. La guía definitiva de la nutrición deportiva* te enseñamos a alimentarlo para alcanzar el éxito aprendiendo de los grandes. El Dr. Fernando Mata, una autoridad en nutrición deportiva, nos presenta una obra que explora la profunda conexión entre la alimentación y el rendimiento de élite. A través de hitos históricos y su relación con la nutrición, descubrimos cómo ambas áreas han evolucionado juntas, desde los simples caramelos de glucosa usados en la maratón de Boston de 1924 hasta las avanzadas y sofisticadas estrategias nutricionales de los atletas modernos.

El movimiento, la actividad física y la alimentación son parte de nuestra vida diaria, pero su importancia se multiplica cuando hablamos de rendimiento deportivo. ¿Te has preguntado por qué los futbolistas escupen durante los partidos? ¿O por qué los corredores de África Oriental han dominado las carreras de fondo durante décadas? ¿Qué dieta es la más adecuada para cada disciplina? ¿Cómo influye el sueño en el rendimiento antes y después de una competición? ¿Y cómo afecta el deporte al proceso de envejecimiento? Y otras muchas como la forma en que afecta el deporte al envejecimiento o qué importancia tiene el sueño.

*Comer para ganar. La guía definitiva de la nutrición deportiva* no es solo un libro sobre nutrición deportiva; es un recorrido histórico que muestra cómo la ciencia de la alimentación ha revolucionado el deporte moderno. A través de sus protagonistas y momentos más icónicos, el Dr. Mata nos guía en un viaje fascinante y lleno de lecciones por aprender.

Fernando Mata imparte clases en varios másteres en España y es profesor visitante en universidades internacionales, donde enseña temas relacionados con la fisiología y la nutrición deportiva. Con una amplia trayectoria académica y profesional, es un conferenciante reconocido a nivel global. Además, compatibiliza su trabajo académico con la divulgación científica y



El deporte también afecta al proceso del envejecimiento.

la asesoría nutricional, siendo un referente en el ámbito de la nutrición y la investigación biomédica, gracias a su capacidad para combinar rigor académico, experiencia práctica y habilidades de divulgación.

**Fernando Mata** es profesor de Anatomía, Fisiología Humana, Nutrición y Metabolismo en la Universidad Carlemany, y director general del Centro de Estudios Avanzados en Nutrición. Formado como dietista-nutricionista, cuenta con tres másteres oficiales en Fisiología, Investigación Biomédica y Nutrición Deportiva y Clínica. Ha desarrollado una amplia labor docente en la Universidad Europea de Madrid y la Universidad Alfonso X el Sabio. Actualmente, combina su investigación doctoral en la Universidad de Córdoba con su labor como nutricionista deportivo y clínico.

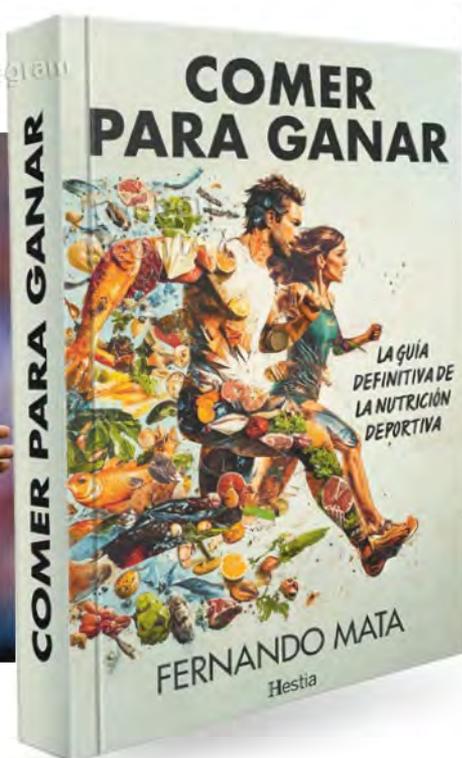
ENLACE AL CANAL

x.com/byneontelegram

ó escanea el código QR:



El libro explica por qué los futbolistas escupen durante los partidos.



Hestia  
23,95 €

## TU CEREBRO ES UNA MÁQUINA DEL TIEMPO

**En su última obra, el neurocientífico y autor de éxito Dean Buonomano** recurre a la biología evolutiva, la física y la filosofía para exponer su influyente teoría sobre cómo interpretamos y percibimos el tiempo. Sostiene que el cerebro humano no solo mide el tiempo, sino que lo crea, construyendo nuestra percepción del flujo temporal y permitiéndonos «viajar mentalmente» al pasado y al futuro. Esta capacidad ha sido clave en la evolución, ya que sin la habilidad de anticipar el porvenir, la humanidad no habría desarrollado herramientas, agricultura ni sociedades complejas. El cerebro evolucionó para desenvolverse en un mundo en constante cambio, prediciendo continuamente qué sucederá y cuándo. Su estructura se ha modelado a lo largo de milenios para optimizar la toma de decisiones, minimizar riesgos y aumentar la eficiencia en la resolución de problemas. Para Buonomano, nuestra percepción del tiempo es resultado de procesos neuronales que, en esencia, modelan la realidad en función de la experiencia pasada y las expectativas del futuro. A través de una visión multidisciplinar, en *Tu cerebro es una máquina del tiempo. La neurociencia y la física del tiempo* el autor arroja luz sobre conceptos como la consciencia, el espacio-tiempo y la relatividad, abordando cuestiones filosóficas y científicas que han intrigado a la humanidad durante siglos. ¿Es el tiempo una ilusión creada por nuestro cerebro? ¿Podemos hablar realmente de libre albedrío o estamos condicionados por las leyes del universo? Buonomano examina estas preguntas y las conecta con descubrimientos de la neurociencia moderna, mostrando cómo la percepción del tiempo puede variar según la edad, el entorno o incluso el estado emocional.

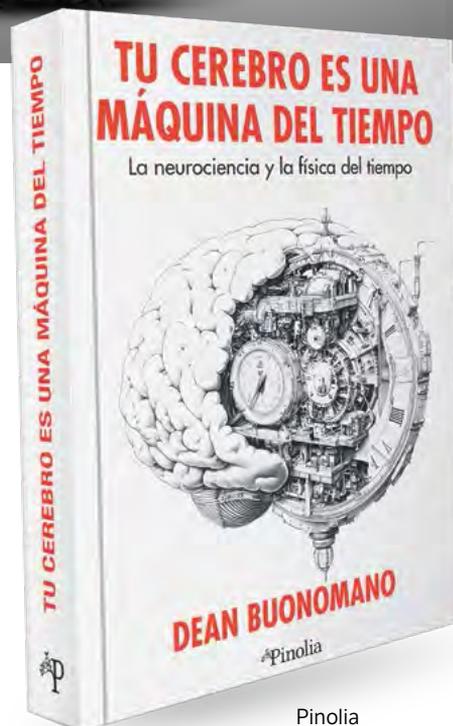
La obra también explora la relación entre la memoria y la construcción del tiempo subjetivo. Estudios han demostrado que nuestra percepción del paso del tiempo se acelera a medida que envejecemos, lo que podría explicarse por la menor cantidad de nuevas experiencias almacenadas en el cerebro con el tiempo. Asimismo, el estrés o la emoción intensa pueden distorsionar nuestra percepción temporal, haciendo que algunos momentos parezcan más largos o más cortos de lo que realmente son.

Con un estilo accesible y didáctico, Buonomano ofrece una fascinante perspectiva sobre los mecanismos cerebrales que nos permiten orientarnos en el tiempo, recordarnos el pasado y proyectarnos hacia el futuro. Su libro nos lleva a una conclusión asombrosa: nuestra mente no es solo un órgano que procesa información, sino una auténtica máquina del tiempo que nos permite navegar por la existencia de manera que aún estamos comenzando a comprender.

ISTOCK



El cerebro humano fue evolucionando para adaptarse a un mundo en constante cambio, siendo capaz de crear el tiempo, construyendo nuestra percepción del flujo temporal.



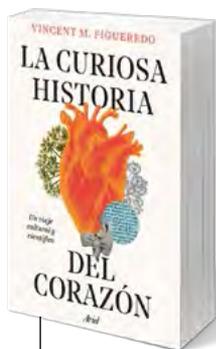
Pinolia  
27,95 €

**Dean Buonomano** (Rhode Island, 1965) es un neurocientífico y profesor estadounidense, reconocido por su investigación en neurociencia y percepción del tiempo. Se doctoró en la Universidad de Texas en Houston, donde investigó la plasticidad sináptica y modelos computacionales de aprendizaje y memoria. Actualmente, es profesor en la Universidad de California, donde su laboratorio se centra en comprender cómo surgen las funciones computacionales de las redes neuronales.

 Pinolia



ESCANEA ESTE CÓDIGO QR Y ¡HAZTE CON ESTOS LIBROS!



Ariel  
21,90 €

## LA CURIOSA HISTORIA DEL CORAZÓN

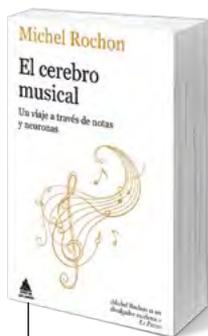
El corazón es más que un órgano vital, ha sido símbolo de amor, vida y sabiduría en la historia. Desde los egipcios hasta la ciencia moderna, su significado ha evolucionado, marcando la filosofía, la religión y el arte. **Vincent M. Figueredo**—que, con casi 30 años de experiencia en la investigación y la práctica médica, ha dedicado su carrera a estudiar el corazón en todas sus dimensiones— explora su papel en la cultura y la medicina, revelando su influencia en la mente y el cuerpo.



Paidós  
19,85 €

## LA LEVEDAD DE LAS LIBÉLULAS

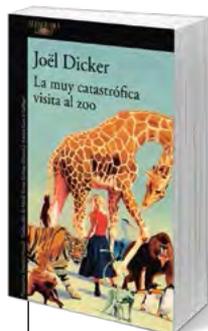
**Carlos López-Otín**, bioquímico y autor de *Trilogía de la Vida*, propone un enfoque innovador basado en la medicina de la salud. A través de la historia médica, analiza cómo nuestra visión de la salud ha evolucionado, destacando que no es solo ausencia de enfermedad, sino un equilibrio celular y molecular. El libro de López-Otín explora la conexión entre cuerpo y mente y ofrece pautas para el bienestar. Con un enfoque multidisciplinario, *La levedad de las libélulas* invita a repensar la medicina y a adoptar la salud como una cultura de vida.



Ático de Libros  
14,96 €

## EL CEREBRO MUSICAL

**Michel Rochon**, médico, divulgador, compositor y pianista, explora la conexión entre arte y ciencia en la música. ¿Por qué ciertas melodías nos conmueven? ¿Qué tienen las sinfonías de Beethoven o las canciones de Céline Dion que nos emocionan? Desde los antiguos griegos hasta la neurociencia moderna, el libro explica cómo el cerebro percibe y crea música. Michel Rochon nos guía en un viaje fascinante, revelando cómo la música influye en nuestras emociones, nuestra historia y nuestro bienestar, haciéndonos más humanos.



Alfaguara  
18,90 €

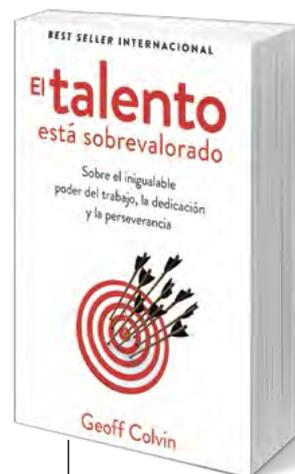
## LA MUY CATASTRÓFICA VISITA AL ZOO

Regresa el maestro de la trama y de los desenlaces imprevisibles, **Joël Dicker** (*La verdad sobre el caso Harry Quebert*), con una novela emocionante, repleta de guiños sobre nuestra sociedad, la democracia, la educación inclusiva y el rol de los padres y de los maestros. La historia nos traslada a la víspera de Navidad, cuando la visita de la clase de Joséphine al zoo resulta ser un desastre y comprendemos que una catástrofe nunca viene sola.

## EL TALENTO ESTÁ SOBREVALORADO

¿Por qué algunas personas destacan tanto en lo que hacen? Solemos creer que conocemos la respuesta, pero como nos explica **Geoff Colvin**, a menudo nos equivocamos. Explorar el origen del talento es clave para comprender el éxito y Colvin—editor sénior

de *Fortune* y uno de los periodistas más respetados de EE.UU.— nos revela en *El talento está sobrevalorado*. Sobre el inigualable poder del trabajo, la dedicación y la perseverancia que la verdadera grandeza no depende de habilidades innatas, sino de un poderoso método al alcance de todos: la práctica deliberada. Basado en investigaciones científicas, este libro expone los principios que aplican las personas más exitosas para lograr un rendimiento extraordinario. La excelencia no es cuestión de suerte, sino de esfuerzo y estrategia.



Ediciones Península  
20,80 €

## POR SI UN DÍA VOLVEMOS

**María Dueñas**, autora de *El tiempo entre costuras*, regresa con una novela ambientada en Orán en los años 20. A esta ciudad de raíces árabes, herencia española y dominio francés llega una joven bajo una identidad falsa:

Cecilia Belmonte. Aunque parece huir de la miseria, su verdadera razón es más turbia. Para sobrevivir, trabaja sin descanso en fábricas, lavaderos y plantaciones, hasta quedar atrapada en una deuda que la somete a un hombre despreciable. Sin embargo, su fortaleza la impulsa a luchar por su libertad y a forjar un destino propio. A través de su historia, la novela recorre tres décadas de desafíos, logros y adversidades, enmarcadas en el auge y declive de la Argelia colonial y rescata la memoria de los *pieds-noirs* españoles, emigrantes y exiliados atrapados entre dos tierras y marcados por el desarraigo.



Planeta  
23,90 €

DOCUMENTALES

# CREATION THEORY



En este documental de factura islandesa de 2022 dirigido por Ben Sturgulewski un músico, un surfista, y dos *snowboarders* se reúnen bajo el sol del Ártico para jugar y explorar el universo. Especialmente, aprovechan esa energía para hacer lo su-

yo. De su mano descubrimos que el trabajo de creación, con frecuencia, es un proceso incontrolable, impredecible y muy parecido al *big bang*, esa explosión original de creatividad que todavía resuena en el cosmos. Podemos verlo en Filmin.



## NO TE MUERAS. EL HOMBRE QUE QUIERE VIVIR PARA SIEMPRE

El magnate millonario estadounidense Bryan Johnson está arriesgando su cuerpo y su fortuna para desafiar al envejecimiento e intentar

alargar su vida hasta límites desconocidos con un programa bastante arriesgado y controvertido. Este documental de 2025 que podemos ver en Netflix, nos acerca a este extravagante y controvertido personaje —obsesionado desde hace años con ser cada día más joven y vencer, en cierto sentido, a la muerte—, sigue los tratamientos, el entrenamiento y la vida de Johnson y nos muestra los polémicos métodos de bienestar que aplica para mantener su juventud y vigor, así como el impacto de estas prácticas en él y en quienes le rodean. El documental también da voz a todos aquellos que siguen de manera crítica los mediáticos y controvertidos procedimientos de Johnson.

## SUPERCONECTADOS: LA CIENCIA QUE SE ESCONDE DETRÁS DE TODO

Documental británico de 2020 en el que el periodista científico Latif Nasser investiga los sorprendentes y complejos vínculos que unen a los humanos, al mundo y al universo. Emitido por Netflix, sus seis capítulos tratan sobre la tecnología de vigilancia que genera preocupaciones sobre la privacidad; los excrementos, más complejos de lo que pensamos; las insignificantes motas de polvo que pueden generar oxígeno, debilitar huracanes o fertilizar la selva; la ley de probabilidad numérica que se utiliza en la música clásica, las redes sociales modernas, el fraude fiscal y quizás en todo el universo; además de las nubes o las armas nucleares.

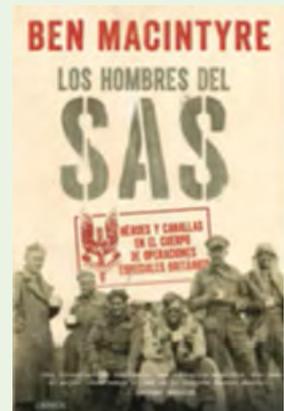


El documental aborda la ciencia desde todas sus aplicaciones y perspectivas, hasta las más originales.



## SERIE LOS HOMBRES DE SAS

Esta serie del creador de *Peaky Blinders*, que cuenta ya con dos temporadas y 12 episodios (MAX), está basada en el libro *Los hombres del S.A.S.* (Crítica) de Ben Macintyre. Basándose en los archivos secretos S.A.S., esta es la primera historia autorizada de la más famosa y misteriosa organización militar del mundo. La serie, de factura británica (2022) y dirigida por Tom Shankland, narra cómo se formó la unidad S.A.S. (Special Air Service) en julio de 1941 como un cuerpo de operaciones especiales, el primero de su género. Comenzaron en el desierto del Norte de África, para realizar operaciones de sabotaje, obtener información y luego siguieron combatiendo en Italia, Francia y Alemania. En sus filas había militares al estilo tradicional, pero la mayoría de sus reclutas eran inadaptados, granujas dispuestos a jugarse heroicamente la vida, pero capaces también de acciones brutales.



POR  
JAVIER MORENO  
Matemático  
y escritor



## LUDÓPATAS POR DISEÑO

EL NUEVO DIOS ES EL CAPITAL Y EL PARAÍSO ES UNA GANANCIA MONETARIA QUE, A TRAVÉS DE LAS CRIPTOMONEDAS, NOS CONDUCTIRÁ A UN NIRVANA ESPIRITUAL.

**L**a criptosecta ha secuestrado a nuestros hijos», ese fue el espectacular titular con el que el diario *El País* (en su edición del 24 de abril de 2022) encabezaba la noticia acerca de cómo miles de jóvenes eran captados y adoctrinados por la empresa de inversión en criptomonedas IM Academy. No por hiperbólico resulta el titular menos preciso. En efecto, como en cualquier secta, a los jóvenes se les insta a distanciarse de su entorno más cercano (familia y amigos) advirtiéndoles de que ellos (los demás, los no cripto iniciados) no entenderán su mundo, haciéndoles creer en un paraíso ficticio en el que uno puede hacerse rico tratando que los que están más abajo en el escalafón (como en cualquier secta, la estructura de IM Academy es altamente jerárquica) compren los productos que proponen los Jefes de Equipo. Como en toda secta, la iniciación posee un componente místico. En este caso se trata de un esoterismo emanado de la complejidad de los algoritmos de *blockchain* que constituyen la esencia de las criptomonedas. Nadie ha visto nunca un *bitc*oin ni un *ethereum* del mismo modo en el que nadie ha visto a la Virgen de Fátima y, sin embargo, se cuentan por millones los que creen en ellos. En ambos casos, en el de

las apariciones marianas y en el de las criptomonedas, no son pocos los que consiguieron enriquecerse. La mutación que nos ocupa consiste en el tipo de recompensa que uno espera a cambio del sometimiento a la disciplina sectaria. Mientras que en tiempos pasados el beneficio consistía en la promesa de un paraíso ultramundano, en cierta aura espiritual vinculada a la superación personal y en la persecución de un sentimiento de fusión unitaria con el universo, en el caso que nos ocupa se trata de una ganancia monetaria, de un *satori* estrictamente venal.

**SIEMPRE HUBO SERES QUE SE CONSIDERABAN ELEGIDOS**, destinados a alcanzar la cima de la fe que profesaran en su momento. Su intención era construirse un cuerpo glorioso, investirse de un aura espiritual. Es solo que lo espiritual ha ido evolucionando con el paso del tiempo. Ya no se trata de alcanzar una sabiduría perenne, de conectar con una fuente universal que provea una sensación de fusión unitaria. Lo común, lo universal, anda muy desprestigiado, también en términos metafísicos. Un hilván de descrédito liga al *atman* con el Ministerio de Hacienda. La única versión disponible del crecimiento espiritual es la individualista y redituable. Dicho de otra manera:

el único espíritu que somos capaces de vislumbrar es el espíritu emprendedor. Solo la proyección de una idea y el éxito pecuniario a partir de ella puede convertirnos en seres especiales. Se logra así la fusión con esa deidad que es el capital. Es un remedo de liberación, de nirvana espiritual. En efecto, solo el multimillonario logra emanciparse del aire de corruptibilidad que emana de la nómina, de la sanidad y el transporte públicos. El emprendedor millonario no es (como ocurría en otros estadios del capitalismo) solo un tipo con suerte o un explotador. Por el contrario, sentimos que estamos ante un sabio, alguien que conoce el arcano de la riqueza, un héroe civilizador que solo cabe admirar. De hecho, aunque no lo necesite, depositamos nuestro óbolo en sus manos, fieles que mantienen al santón que ha logrado lo que nunca conseguiremos nosotros. O sí, escuchamos una voz dentro de nosotros, tal vez sí podamos, es cuestión de matarse haciendo *burpees* y manejarse bien con las criptos.

Tal vez persiste en el mundo cripto un sentimiento de unidad con un otro, siempre que entendamos que ese otro ya no es un dios ni una versión espiritualista del *welfare*, sino que ese Gran Otro es el Mercado. Las técnicas para lograr esa fusión ya no son la oración ni la danza ritual ni la ingesta de drogas sino la interacción con los datos. Un procedimiento este, el de la lectura de las estadísticas y la respuesta inmediata a ellas, que coincide en buena medida con la educación de las más recientes generaciones en la

NADIE HA VISTO NUNCA **UN BITCÓIN**  
NI UN **ETHEREUM** DEL MISMO MODO QUE  
NADIE HA VISTO A LA VIRGEN DE FÁTIMA

interactividad (estímulo-respuesta) asociada a los juegos infantiles y los videojuegos. Hay un santoral cripto, del mismo modo en el que hay un santoral católico. O también podríamos hablar de una completa angelología. Por boca de -la cotización de- las criptos habla el dios del Mercado. Pero, cabe preguntarse si queremos perfeccionar esta metáfora teológica de la deriva económica, ¿diríamos que el mercado es equiparable a un dios único o más bien a un panteón politeísta? ¿Es el mismo el dios que habla a través de Bitc in que el de Goldman Sachs o Facebook? Ciertamente no. Como el domesticado vestigio politeísta en que consiste el santoral cristiano, la naturaleza del mercado es la de un Olimpo inabarcable. Uno se encomienda a una empresa cotizada como lo haría a una deidad. El bitc in tiene, como decíamos al inicio de este capítulo, algo de sectario, de dios bárbaro surgido de las mistericas profundidades del data ismo.

Llegados a este punto es posible analizar desde un renovado punto de vista algo tan común como la adicción a los juegos de azar. A la luz de las consideraciones anteriores no resulta arriesgado aventurar que a un momento histórico caracterizado por el acento en el control e incluso por la pasividad ante dicha voluntad de control, corresponda, de modo compensatorio, una búsqueda de lo aleatorio, una fascinación por esa contingencia que adviene en forma de atentado, de catástrofe natural o tecnológica, de pandemia vírica o de destino asociado a la configuración de los astros. Asimismo, el deporte, dejando a un lado los evidentes aspectos económicos, constituye una inyección de contingencia, un soplo de aire fresco acontecimental en el flujo monótono de los días.

**EL SOCIÓLOGO ARIS KOMPOROZOS-ATHANASIOU** defiende que en las últimas décadas se ha producido (un proceso que arrancaría a finales del siglo XIX con la fundación en Chicago de los primeros mercados de valores) la mutación definitiva del *Homo economicus* (llevado por el cálculo



El *Homo speculans* sería una criatura para la que lo racional y lo irracional, la cobertura y el riesgo dejan de estar expuestos, operando con la contingencia como un ruletista.

racional de costes y beneficios y una política basada en el ahorro) en el *Homo speculans*, cuyo modelo sería el joven inversor de criptos, una nueva criatura para la que lo racional y lo irracional, la cobertura y el riesgo, dejan de estar contrapuestos. El desfondamiento de las promesas neoliberales, la falta de seguridad y la consiguiente precariedad a la que se ve abocado, incita al *Homo speculans* a asumir la contingencia y a operar en ella a la manera de un ruletista, tratando de escudriñar la voz del capital en ese oráculo que es la cotización de las criptos o dejándose llevar por esa montaa rusa de emociones que son los *feeds* de las redes. El gesto básico del *Homo speculans* es el lanzamiento de la moneda, un binarismo que admite las variantes del comprar/vender (criptos), arriba/abajo (*feed*) o *yes/nope* (Tinder). Desconfiado del mero cálculo racional, como decimos,

esta nueva especie cultural, económica y política encuentra su hábitat en ese terreno pantanoso donde se funden y confunden lo racional y lo irracional, la ficción y la realidad. La naturaleza de la especulación financiera se trasvasa a las relaciones personales, casi siempre mediadas por unas redes sociales cuyos atributos inciden en el modelo bursátil: aceleración, opacidad y volatilidad. Inmersos en un mundo incierto e imprevisible, tal vez lo natural sea adoptar sus reglas, trabar alianzas con ese azar que -al modo heracl te- nos gobierna, especular acerca de las propuestas de sentido y abrazar relaciones efímeras. Quizás ese *Homo speculans* del que habla Komporozos no sea sino la exacerbación de una tendencia inscrita en nuestra naturaleza.  Triunfa el capitalismo porque llevamos incrustado el gusto por el juego y el azar en el genoma?  Somos ludópatas por diseo?  

POR  
**VICTORIA PASCUAL**  
Socióloga y criminóloga



# USO Y TENENCIA DE ARMAS DE FUEGO

LA FALTA DE CONTROL DEL MERCADO DE ARMAS INCIDE EN UNA MAYOR INCIDENCIA DELICTIVA. LAS POLÍTICAS NACIONALES E INTERNACIONALES HAN DE INTERVENIR EN LOS MERCADOS ILÍCITOS Y SUPERVISAR MÁS Y MEJOR LOS LEGALES.

**E**l uso de armas de fuego en la comisión de delitos es un fenómeno de relevancia criminológica que atraviesa diversas realidades sociales y jurídicas. Su impacto en la violencia interpersonal, el crimen organizado y la seguridad pública ha sido ampliamente documentado, y su regulación varía de manera significativa según la legislación de cada país. España, Estados Unidos y Tailandia ofrecen tres modelos de control de armas con diferencias notables en cuanto a su acceso, restricciones y consecuencias en la criminalidad. El tráfico de armas, por su parte, constituye una amenaza transnacional que facilita la disponibilidad de armamento en mercados ilícitos, alimentando así la violencia y el poder de las diferentes organizaciones criminales.

**EN ESTADOS UNIDOS, EL DEBATE SOBRE EL ACCESO A ARMAS DE FUEGO** es permanente debido a la Segunda Enmienda de la Constitución, que reconoce el derecho a portar armas. Este derecho ha sido interpretado ampliamente por la Corte Suprema, lo que ha dificultado la implementación de regulaciones más estrictas a nivel federal. La Ley de Control de Armas de 1968 y la Ley Brady de 1993 establecen algunas restricciones, como la prohibición de venta a personas con antecedentes penales o problemas psiquiátricos, pero la aplicación de estas medidas es irregular debido a las diferencias legislativas entre estados. Como resultado, el acceso a armas es relativamente sencillo, con la existencia de

ferias y ventas privadas sin chequeo de antecedentes en muchos estados. Esta disponibilidad se refleja en las tasas de homicidios con arma de fuego: en 2021, el Gun Violence Archive reportó más de 20 000 muertes por armas de fuego en homicidios y asesinatos. Diversos estudios criminológicos han señalado que la alta disponibilidad de armas incrementa el riesgo de violencia letal, especialmente en comunidades con alta conflictividad social.

**ESPAÑA, EN CAMBIO, MANTIENE UN CONTROL ESTRICTO** sobre la tenencia y uso de armas de fuego. El Reglamento de Armas de 1993 y la Ley Orgánica 4/2015 de Protección de la Seguridad Ciudadana establecen que solo pueden poseer armas aquellos ciudadanos que justifiquen su necesidad por razones deportivas o profesionales, y que cumplan con estrictos requisitos

psicológicos y administrativos. La posesión de armas para defensa personal está prohibida salvo en circunstancias excepcionales autorizadas por el Ministerio del Interior. Gracias a estas restricciones, la tasa de homicidios con arma de fuego en España es baja, representando menos del 20 % de los homicidios en el país, según datos del Ministerio del Interior (2022). No obstante, el tráfico ilegal de armas sigue siendo un desafío. España ha servido como punto de entrada para armas procedentes de los Balcanes y de redes de tráfico vinculadas a grupos criminales, como lo ha señalado Euro-pol en diversas investigaciones. La desarticulación de redes de tráfico es una prioridad para las fuerzas de seguridad, ya que muchas de estas armas terminan en manos de organizaciones dedicadas al narcotráfico o el terrorismo.

**TAILANDIA, POR SU PARTE, SE ENCUENTRA EN UNA POSICIÓN INTERMEDIA** en términos de regulación. La Ley de Armas de Fuego de 1947 establece que los ciudadanos pueden poseer armas solo con una licencia que exige verificación de antecedentes y justificación de necesidad. Sin embargo, la corrupción y el tráfico ilegal de armas han facilitado el acceso no regulado al armamento. La frontera con países como Camboya y Myanmar (antigua Birmania) es un punto clave en el comercio ilícito de armas, permitiendo la entrada de armamento sin control. La violencia armada en Tailandia ha sido un problema persistente, con homicidios y ataques que reflejan la disponibili-

EN ESPAÑA  
LA POSESIÓN  
DE ARMAS  
PARA DEFENSA  
PERSONAL ESTÁ  
PROHIBIDA SALVO  
CIRCUNSTANCIAS  
EXCEPCIONALES

# EL TRÁFICO ILÍCITO DE ARMAS **ESTÁ VINCULADO AL TERRORISMO,** **LOS CONFLICTOS ARMADOS Y EL CRIMEN ORGANIZADO**

dad de armas en el mercado negro. Un caso emblemático ocurrió en 2022, cuando un exoficial de policía perpetró un ataque masivo en una guardería, subrayando la amenaza que representa la posesión de armas ilegales en manos de individuos inestables. La respuesta del gobierno tailandés ha incluido medidas para endurecer la supervisión de las licencias y combatir el tráfico, aunque los esfuerzos siguen siendo visiblemente insuficientes para frenar el comercio ilegal.

**EN TÉRMINOS DE IMPACTO LETAL, LOS DATOS DE HOMICIDIOS** con armas de fuego muestran una realidad alarmante en Estados Unidos y Tailandia. En 2021, Estados Unidos registró 48 830 muertes por armas de fuego, de las cuales más de 20 000 fueron homicidios, según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, 2022). Esta cifra convierte a las armas de fuego en el principal método de homicidio en el país, representando aproximadamente el 79 % de los asesinatos. En Tailandia, aunque la tasa de homicidios es menor en comparación con Estados Unidos, la violencia armada sigue siendo un problema grave. Según datos de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC), en 2019 el país registró una tasa de homicidios de 3,6 por cada 100 000 habitantes, con un alto porcentaje cometido con armas de fuego. Un informe del Instituto de Investigación para la Paz de Estocolmo (SIPRI, 2022) señala que el acceso a armas ilegales en Tailandia ha incrementado los delitos violentos, facilitando crímenes organizados y ataques.

**EL TRÁFICO DE ARMAS ES UN PROBLEMA GLOBAL** que afecta a estos y otros países, facilitado por la falta de coordinación internacional y la existencia de mercados clandestinos. INTERPOL y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga



En Estados Unidos la violencia armada sigue siendo un problema muy grave.

y el Delito (UNODC) han advertido que el tráfico ilícito de armas está vinculado al terrorismo, los conflictos armados y el crimen organizado. En América Latina, Estados Unidos es una fuente importante de armas para cárteles mexicanos, mientras que en Europa, los Balcanes siguen siendo una región clave en el suministro de armas ilegales. En el sudeste asiático, redes criminales aprovechan la inestabilidad política de Myanmar y Camboya para mover armamento sin control. Las respuestas internacionales han incluido iniciativas como el Tratado sobre el Comercio de Armas de Naciones Unidas, aunque su implementación ha sido desigual y se enfrenta a la resistencia de países con fuertes industrias armamentísticas.

Desde la criminología, se ha analizado cómo la disponibilidad de armas influye en las tasas de criminalidad y en la naturaleza de los delitos violentos. Mientras que en contextos con alta regulación, como España, las armas de fuego son menos utilizadas en homicidios, en países con acceso más laxo, como Estados

Unidos y Tailandia, su presencia es mayor en crímenes violentos. No obstante, la regulación por sí sola no es suficiente si no se acompaña de estrategias eficaces de control del tráfico de armas y de prevención del delito. La investigación criminológica ha señalado la necesidad de políticas de control que aborden tanto la reducción del acceso a armas en mercados ilícitos como el fortalecimiento de la supervisión en el mercado legal.

**EL DESAFÍO DE LAS ARMAS DE FUEGO EN EL CRIMEN** sigue siendo una cuestión compleja en la que convergen factores legales, sociales y económicos. Mientras que España ha logrado mantener un bajo nivel de violencia armada mediante una regulación estricta, Estados Unidos enfrenta dificultades debido a la arraigada cultura de armas y la fragmentación legislativa. Tailandia, con su mercado negro activo y la presencia de tráfico transfronterizo, muestra cómo la falta de control efectivo puede traducirse en una mayor incidencia delictiva. □

POR  
 JOSÉ MIGUEL VIÑAS  
 @DIVULGAMETEO,  
 meteorólogo de Meteored



## TODOS SOMOS EL CAMINANTE DE FRIEDRICH

LA ESCENA QUE CONTEMPLA EL PERSONAJE DEL PINTOR NO ES SOLO UN PAISAJE, TIENE UNA GRAN CARGA SIMBÓLICA Y ESPIRITUAL Y NOS INVITA A REFLEXIONAR SOBRE EL VERDADERO SENTIDO DE LA VIDA Y NUESTRO LUGAR EN EL MUNDO.

**T**ras veinticuatro entregas de la serie «Claves climáticas», publicadas en la revista durante los últimos dos años, en las que hemos ido dando a conocer cuestiones muy diversas sobre el cambio climático, iniciamos con este artículo una serie nueva, en la que no faltarán referencias al clima, pero de otras épocas, aderezadas con apuntes meteorológicos sobre los cielos que los pintores han inmortalizado en sus obras. A través de estas «Pinceladas de meteorólogo» iremos recorriendo la pintura universal, pero poniendo el foco de atención en aspectos relativos al tiempo y el clima, poco o nada estudiados en historia del arte.

Comenzamos la serie con un plato fuerte: *El caminante sobre el mar de nubes*, del pintor romántico alemán Caspar David Friedrich (1774-1840), que ejerce sobre nosotros –los espectadores– un poder de atracción casi magnética. El personaje que aparece de espaldas en el cuadro podría ser cualquiera de nosotros, sobrecogido en lo alto de una peña al contemplar la inmensidad del medio natural que nos rodea, en

particular el mar de nubes de color blanco refulgente que se despliega bajo nuestros pies. Esa es, sin duda, la sensación que nos invade cuando experimentamos una situación como la que muestra el cuadro. Las nubes dominan la mayor parte del lienzo. Se trata de un paisaje atmosférico por excelencia. Friedrich no quiere que seamos meros observadores

externos de la escena, sino que nos introduce en ella, poniéndonos en la piel del enigmático personaje.

**EL NOMBRE ORIGINAL DEL LIENZO**, en alemán (tal y como aparece catalogado en el Kunsthalle de Hamburgo, donde está expuesto), es *Wanderer über dem Nebelmeer*, y esta última palabra (*Nebelmeer*) se traduce al

español literalmente como «mar de niebla»; sin embargo, es más común y genérico referirnos a un mar de nubes. Se denomina así a la parte superior de una capa nubosa estratiforme (de estratos o estratocúmulos) que, aparte de su aspecto algodonoso y gran blancura, suele presentar ondulaciones, con un aspecto similar a la superficie marina, de ahí el nombre que recibe. En el caso del mar de nubes que pinta Friedrich, la capa nubosa está ya en fase de disipación, lo que puede deducirse por el aspecto desgarrado, formando jirones, que tiene. Aparte de eso, vemos que también el cielo aparece velado por nubes; no es un cielo despejado, de intenso color azul, que es lo más habitual cuando tenemos una mar de nubes, ya



ASC

Retrato del artista prerromántico Caspar David Friedrich por el pintor alemán Gerhard von Kügelgen.

**FREIDRICH NO QUIERE QUE SEAMOS MEROS OBSERVADORES EXTERNOS DE LA ESCENA, SINO QUE NOS INTRODUCE EN ELLA**

FRIEDRICH  
AFIRMA: «DEBO  
RENDIRME A  
LO QUE  
ME RODEA,  
**UNIRME CON  
LAS NUBES Y  
CON LAS PIEDRAS**  
PARA SER  
LO QUE SOY»

que la presencia de una inversión térmica (debido a la acumulación de aire frío en las zonas bajas [valles] situadas a los pies de las montañas) delimita la capa nubosa por debajo de cierta cota, quedando sin nubes por encima. En este caso, las nubes que aparecen arriba en el cielo son altas y medias, lo que permite deducir que están asociadas a algún frente que pudiera estar acercándose a la zona, ya que constituyen la típica avanzadilla nubosa, previa a cubrirse el cielo en su totalidad, volverse plomizo, y que la parte central del frente deje la precipitación.

Pero un análisis meteorológico como el que acabamos de hacer no basta si queremos poner en un contexto adecuado este icónico cuadro; entenderlo, en definitiva. De entrada, no pensemos que Friedrich vio justo esa escena desde ese lugar y se esmeró en pintarla con minuciosidad, reproduciendo con precisión milimétrica lo que observó. Este artista, que vivió la mayor parte de su vida en Dresde y deambulaba con asiduidad por la región de Sajonia, se encontraba en sus paseos diarios por los alrededores de la ciudad, las nieblas del río Elba y las que envolvían las montañas, formando esos mares de nubes. Esas imágenes las tenía grabadas en su cabeza y las fue plasmando en sus obras. Tenían para él una fuerte carga sim-



*El caminante sobre el mar de nubes* fue pintado en 1818 por Caspar David Friedrich y se encuentra en el Kunthalle de Hamburgo. En la obra un caminante contempla el mundo como una prolongación de su propio ser, entrando en comunión con lo que le rodea.

bólica y espiritual. Daban sentido a su vida, a su existencia. «Debo rendirme a lo que me rodea –escribe–, unirme con las nubes y con las piedras, para ser lo que soy. Necesito la soledad para entrar en comunión con la naturaleza.»

**LA NIEBLA FUE RECURRENTE EN LOS PAISAJES DE FRIEDRICH.** Al meternos en ella se reduce la visibilidad, empezamos a ver todo borroso y la realidad comienza a desdibujarse en nuestro cerebro. Tenemos la sensación de vivir un sueño, algo irreal. Se crea el escenario perfecto para dejarnos llevar por nuestra imaginación. Es ahí, con esas nieblas y

mares de nubes a sus pies, cuando el artista (profundamente creyente) tiene su particular revelación mística, que termina trasladando a sus obras. Es su momento sagrado, íntimo. Lo comparte con los espectadores de sus obras. Tal y como relata Florian Illies en *La magia del silencio* (Salamandra, 2024), «Friedrich utiliza la imagen de la naturaleza para mirar dentro de sí mismo, con su ojo interior; pinta la nieblas y las nubes, pero en realidad quiere hablarnos de la esencia del ser humano (...). El caminante sobre el mar de nubes nos invita a reflexionar sobre nuestro lugar en el mundo. Todos somos el caminante de Friedrich. □

# MEDIOHOMBRE: BLAS DE LEZO

## APLASTA A LOS INGLESES

Si los británicos cuentan con la figura del almirante Nelson, los españoles contamos con el general de la Armada Don Blas de Lezo y Olavarrieta, apodado «Medio Hombre» por ser, como Nelson, manco y tuerto, pero además cojo, con su correspondiente pata de palo. Lezo, aparte de combatir la piratería, extorsionar Génova, recuperar Orán y dirigir la última flota de la Carrera de Indias, destrozó a la armada británica del almirante Vernon en Cartagena de Indias en 1741, hecho que los colombianos conmemoran cada año y que en España se ha empezado a rememorar recientemente. Una derrota naval tan aplastante que fue borrada de los anales británicos y apenas es mencionada en sus libros de historia.

Texto de **JAVIER DE GABIOLA GARCÍA**, abogado, escritor e investigador de temas bélicos

Blas de Lezo derrotó a la armada británica de forma contundente en Cartagena de Indias en 1741. En la imagen, grabado de la defensa de la ciudad. A la dcha, estatua del Museo Naval de Madrid.



**A VIEW OF CARTAGENA**  
The picture captures the Spanish fleet in the harbor of Cartagena de Indias, Colombia, during the defense against the British fleet under the command of Admiral Vernon in 1741. The engraving shows the Spanish ships, including the flagship, the San Juan de los Rios, and the British fleet, with the city's fortifications visible in the background.



ASC

ALBUM



El 13 de marzo de 1741 apareció una escuadra bajo el almirante Edward Vernon frente a Cartagena con 186 barcos (29 navíos) y 28 000 tripulantes, de ellos 6000 a 7000 soldados en 14 batallones o regimientos. Cartagena de Indias era una ciudad de vital importancia, ya que por allí entraban las

mercancías que España exportaba a América, y salía la plata extraída del Perú para España. Por ese motivo tomar Cartagena supondría paralizar el comercio atlántico español y privarle de un tercio de todos sus ingresos fiscales, provocando el colapso del Imperio. Frente a ellos, los españoles contaban con apenas 3600 hombres en 7 regimientos y 6 navíos de guerra. Así, la superioridad inglesa era de 2 a 1 en tropas 5 a 1 en navíos de línea, y 3 a 1 en artillería (3000 cañones frente a 990 piezas hispanas).

### DIVISIÓN EN EL MANDO HISPANO

Un problema añadido para los españoles era la división del mando entre el Virrey, don Sebastián de Eslava, responsable de todo el virreinato y de las tropas terrestres, y nuestro héroe, el polimutilado Blas de Lezo, comandante de las fuerzas navales, un hombre duro y sin pelos en la lengua. Eslava le despreciaba por ser un hombre inferior socialmente y en cuanto a jerarquía. Como se quejaba don Blas, el Virrey «no me ha respondido nunca a ninguna proposición y advertencia que le he hecho (...) y todo ha sido callar y manifestar displicencia». Además, Lezo acusaba a Eslava ante el Ministro Marqués de Villarias de dejadez: «Parece mentira que una ciudad amenazada del enemigo, con anticipadas noticias del Rey para su resguardo, no tuviese un repuesto de víveres para seis meses y fuese tal la escasez de los depositados, que precisase valerme a la fuerza de los que tenía para las tripulaciones de mis navíos».

Así, la rivalidad entre dos hombres muy diferentes, pero con gran personalidad, estaba servida, y reforzada asimismo por la emulación entre el Ejército y la Armada. Lezo argumentaba que el ataque vendría por el lado occidental, en Bocachica, ya que por el otro lado los ingleses tendrían que avanzar tierra adentro para atacar Cartagena, lo cual impediría el avance de la flota inglesa para apoyar con sus cañones el asalto. Por Bocachica, aunque la ruta era más larga, se penetraba en una bahía en la que los buques podrían avanzar hasta llegar al puerto de Cartagena.

Al final, Eslava quedó dirigiendo las operaciones en el frente oriental, mientras Lezo estaría al mando del occidental, aunque siempre subordinado al Virrey. Para vigilarle, Eslava colocó a una criatura suya bajo las órdenes de Blas de Lezo: el valiente pero sinuoso Carlos Desnaux.

Vernon lanzó el grueso de su flota a destruir los fuertes que protegían el lado occidental, tal y como Lezo había predicho. Así, cuando Lezo avisó de este movimiento al Virrey, el noble se limitó a responderle despectivamente que ya lo sabía, de modo que don Blas, que no se mordía la lengua, le diría «pues qué hacemos con estas noticias, porque es tiempo de que V.E. vaya dando sus providencias». La narración de lo que sucedió a continuación difiere radicalmente si leemos los informes de Eslava y Desnaux, o si estudiamos los de don Blas. Los dos primeros prácticamente no mencionan al polimutilado más que de pasada, pero Lezo realizó un diario bastante prolijo en el que anotaba día a día lo que estaba sucediendo y sus enfrentamientos con el Virrey con el que tuvo unas broncas monumentales. Con ese nivel de detalle se puede seguir la evolución de las operaciones y comprobar que él fue el alma y la cabeza de la batalla, aunque tampoco se puede desdeñar la actuación de Eslava, sobre todo en la parte final del choque, como se tiende a hacer en la actualidad.

### LEZO DESARBOLA LA FLOTA INGLESA

Vernon desembarcó frente al Fuerte de San Luis el 20 de marzo, defendido por Desnaux, ya que una vez tomado abriría Bocachica a la flota inglesa, esto es, a la bahía interior de Cartagena. Lezo pidió refuerzos a Eslava, que se los dio a cuentagotas: 247 soldados. Así, don Blas se vio obligado a extraer marineros de sus propios barcos para reforzar y apoyar a Desnaux,



A la izquierda, retrato de don Sebastián de Eslava (1685-1759), virrey del Nuevo Reino de Granada. A la derecha, retrato de Blas de Lezo (1689-1741), teniente general de la Armada al que los marineros vascos llamaban *anka motz*, pata de palo.



NATIONAL MARITIME MUSEUM DE GREENWICH

El almirante británico Edward Vernon, retratado por Philips.



ASC



ASC

A la derecha, fotogramas del video *Blas de Lezo. Las fortificaciones de Cartagena de Indias*, propiedad de la Fundación Museo Naval. Muestran la reconstrucción virtual de las baterías de San Felipe y de Santiago, así como la flora y vegetación de Cartagena de Indias en 1741.

quejándose a Eslava con frases como «si cuando se lo propuse me hubiese dicho lo que quería estaría todo arreglado, pero nunca me responde», o «de lo uno (falta de víveres) y de lo otro (falta de tropa) (el Virrey) tenía la culpa». Además, Lezo solicitó realizar un contraataque cuando los ingleses desembarcaran, y luego, antes de que colocaran su artillería. Sin em-

bargo, Don Blas recoge que el Virrey «halló algunas dificultades» en su propuesta, y «no dejó (...) sí, ni no, y con estas omisiones vamos dejando a los enemigos que hagan lo que quisieren», y que, cuando finalmente Eslava le repuso que «porque los oficiales de tierra le han dicho que por ahora no conviene, no lo quiere hacer», Lezo sentenció secamente que «cuando lo quiera (hacer) no podrá hacerlo». Así, entre estas discusiones, los británicos pasaron a bombardear por mar, y luego por tierra, durante 17 días a Desnaux en el Fuerte de San Luis.

Mientras, don Blas colocó 4 de sus barcos en Bocachica y desde allí fue cañoneando a los barcos ingleses en cuanto se acercaban, con tanta eficacia que dejó hasta 10 navíos de línea ingleses inutilizados. Para ello Lezo usó balas unidas por cadenas para destruir velas y mástiles, y rampas para que sus cañones ofendieran desde más distancia de lo previsible. Por otro lado, sabiendo que sus consejos no eran tenidos en cuenta por el Virrey, intentó forzar a Desnaux firmar una carta con él y otros mandos para recomendar evacuar el fuerte el día 24, ya que sabía que, con la artillería enemiga ya plantada en tierra, era cuestión de tiempo que este cayera, pero Desnaux se negó por su honor, hasta que llegó lo inevitable: el día 4 de abril Lezo se quedó sin municiones, aprovechando los ingleses para tomar el fuerte de San José que cerraba el otro lado de Bocachica.



BNE



Arriba, manuscrito de 1741 con el plano de Cartagena de Indias de Antonio Mazón y detalle de la bahía. Lezo colocaría cuatro de sus barcos en Bocachica para repeler el ataque británico.

### AL BORDE DEL DESASTRE

El día 5 por fin uno de los muros de San Luis se derrumbó por el fuego de la artillería enemiga y una columna de 1200 ingleses bajo Blakeney asaltó San Luis, mientras una flotilla de 50 botes bajo Lestocq pasó el canal de Bocachica y amenazó con cortar la huida de Desnaux, de modo que el repliegue de sus 400 soldados de la guarnición fue bastante penoso.

Aquí Lezo acusó a Desnaux de imprevisión, y este a Lezo directamente de cobardía, afirmando maliciosamente que no estaba en su navío «sino en un paraje retirado en el mar para la seguridad de su persona», cuando don Blas había pasado a una canoa a tiro de fusil para dar las instrucciones a todos sus buques. Según refiere Lezo, «a las 5 vi salir toda la guarnición del castillo huyendo hacia (...) la playa, gritando que nos cortan y echándose al agua de suerte (que) fue preciso enviar varios botes pa (sic) recogerlos», momento en que el pánico se extendió a sus buques, «poseídas las tripulaciones de la fuga de la guarnición del castillo». Sin embargo, para Desnaux fue Eslava el que logró evacuar sus tropas mientras don Blas intentaba controlar sus buques en vano, perdiendo los cuatro por tener reducida su dotación al mínimo para reforzar los fuertes.

Vernon entonces penetró por Bocachica a la bahía interior con su flota y se lanzó contra Manzanillo, el fuerte que defendía la entrada de otra bahía menor a través de la cual se accedía ya al puerto al sur de Cartagena. Allí Lezo intentó organizar la resistencia con los dos navíos que le quedaban, pero Eslava ordenó que se hundieran para bloquear el paso de la Royal Navy. La decisión de Eslava, aunque discutida, fue un acierto, ya que consiguió estrechar el paso lo suficiente como para forzar a los navíos a moverse de uno en uno y bajo el fuego del fuerte de Manzanillo. Así, Vernon, temiendo por sus buques, desembarcó a las tropas de Wentworth dejándolas sin apoyo naval para atacar Cartagena desde el sur. Sin embargo, Vernon luchaba contra otro enemigo, el tifus, que ya se había llevado por delante a la mitad de su fuerza. Así, a pesar del juicio negativo de Eslava, Vernon no podía

## La guerra de la oreja

En 1738 compareció en el Parlamento Inglés un tal Robert Jenkins afirmando que hacía siete años un guardacostas español le cortó una oreja por haber sido sorprendido reutilizando contrabando en las costas de Florida. Según afirmó Jenkins, el capitán Juan León Fandiño le dijo: «Ve, y di a tu rey que lo mismo le haré si a lo mismo se atreve». La oposición al primer ministro Walpole, dirigida por el Almirante Vernon entre otros, lo consideró como un insulto al monarca y forzó la declaración de guerra en 1739. Sin embargo, las malas lenguas decían que debajo del pañuelo que envolvía la cabeza de Jenkins se podían ver no una sino la dos orejas. La guerra, llamada por ello de la Oreja de Jenkins, a pesar de acciones como la de Anson, que dio la vuelta al mundo y capturó al Galeón de Manila, fue desastrosa para Inglaterra, que perdió cientos de barcos debido a los corsarios españoles, y, sobre todo por el desastre de Cartagena o la derrota en Florida ante Montiano.

permitirse el lujo de perder tiempo en bombardeos previos como en Bocachica, y debía lanzarse al asalto contra el castillo de San Felipe sobre la marcha. Este, desde su altura dominaba Cartagena y todo el campo de batalla. Si San Felipe caía, toda la ciudad lo haría.

### EL GRAN CONTRAATAQUE ESPAÑOL

En ese momento Lezo, harto de obstáculos por parte del Virrey dimitió, pero Eslava, que no era tonto y sabía que debía contar con todos los hombres capaces a su disposición, no se la aceptó y le colocó a dirigir las reservas y refuerzos que desde el bastión de la Media Luna, en Cartagena, apoyarían la defensa de San Felipe, también llamado San Lázaro. En esta parte final de



La defensa del castillo de San Felipe fue enconada ya que si este caía, caía la ciudad. En la imagen, cuadro del sitio de Cartagena de Indias.



Óleo *Ataque británico en Bocachica*, de Luis Fernández Gordillo.

## Don Blas fue depuesto y murió el 7 de septiembre de fiebres y de pena

ENLACE AL CANAL

[x.com/byneontelegram](https://x.com/byneontelegram)

Escanea el código QR:



a su suerte. Mientras, la otra columna de Wynyard fue detenida por los soldados de las trincheras exteriores que defendían el fuerte, mientras desde arriba, en San

Felipe, se les machacaba con fusilería. Los ingleses se tambalearon, y Lezo ordenó un contraataque en toda la línea. El resultado fue letal y los británicos huyeron tras perder 654 hombres según sus cifras oficiales. Los españoles, 34. El coronel Grant, agonizando, diría antes de morir que «el general debe ahorcar a los guías, y el rey debe ahorcar al general».

Sin embargo, Desnaux y Eslava no citan este contraataque, y achacan la victoria simplemente a su fuego defensivo. Sí cita Eslava, junto a Fortescue, que la salida de 200 marinos de refuerzo bajo Navarrete desde Cartagena a San Felipe causó el pánico entre los ingleses al pensar que iban a ser envueltos. En todo caso, a Eslava se le escapó en sus informes que «poco antes de las tres de la mañana dieron principio los enemigos al avance por el hornabeque, sufriendo el gran fuego de nuestras baterías del castillo a metralla, y de nuestras obras con el fusil, habiendo ayudado mucho la constancia, y al acierto, la asistencia de D. Blas de Lezo a la batería de la Media Luna». En otras palabras, fue Lezo quien dirigió el fuego de artillería de la defensa. Y el refuerzo decisivo fueron los marinos salidos desde Media Luna, que probablemente fueron también enviados por don Blas. Vernon, derrotado y humillado por haberse acuñado medallas conmemorando su victoria, reembarcaría entre el 8 y el 20 de mayo.

Según fuentes británicas, Vernon sufrió quizás la mayor derrota de la Royal Navy en su historia, perdiendo 18 000 hombres entre combates y sobre todo enfermedades durante 67 días de operaciones, y, según Fernández Duro, además 6 navíos de línea que hubieron de quemarse por falta de tripulación y otros 18 gravemente dañados. También cayeron otros 31 buques menores. España perdió 2000 soldados y sus 6 navíos, pero la victoria fue espectacular. Sin embargo, los informes de Desnaux y Eslava acabaron con la reputación de don Blas, que fue depuesto y murió el 7 de septiembre de fiebres y pena. Solo 29 años más tarde Carlos III lo rehabilitaría. Así es España, que hace a los hombres, y los deshace... □

## Vernon y los ingleses

Edward Vernon al contrario que Lezo, nació y vivió cerca de la Corte, ya que su padre fue Primer Ministro. Tenía la costumbre de llevar prendas de grogam, una mezcla de seda y lana. Como empezó a diluir en agua el ron que se daba a los marineros para ahorrar y disminuir las borracheras, a la bebida se le pasó a llamar *Grog*, y a él «Old Grog». En Cartagena notificó a Londres que había superado las defensas de Bocachica y que estaba a punto de tomar la ciudad, de modo que se acuñaron medallas con la leyenda «el orgullo de España humillado», con «Don Blas», con su pata de palo, de rodillas. Con la derrota, esas medallas fueron retiradas inmediatamente, y ahora son piezas de coleccionista. En su tumba, en la Abadía de Westminster, puede leerse que Vernon «tomó Cartagena hasta donde los barcos pudieron llegar», echando así las culpas del fracaso al comandante terrestre, Wentworth. Así, los ingleses tenían un problema parecido al de los españoles: la rivalidad entre las fuerzas navales y las terrestres. Además, Wentworth era novato, ya que el comandante original, el veterano Cathcart, había muerto en el viaje.

la batalla es cuando la leyenda de don Blas se agiganta, pero hemos de reconocer que no existen testimonios escritos directos sobre lo que a continuación vamos a narrar: según Pablo Victoria y Fortescue, Lezo habría enviado a unos supuestos desertores que indicaron a Wentworth un punto débil de la defensa. Cuando este lanzó el asalto el 20 de abril con 2000 hombres frente a los 450 defensores españoles, se trataba de una trampa mortal: Don Blas había hecho una zanja al pie de la muralla, de modo que las escalas de los ingleses de la columna de Grant quedaron dos metros más bajos de lo necesario. Además, los norteamericanos que llevaban las escalas se refugiaron ante el fuego enemigo, y dejaron a los Granaderos ingleses abandonados

ES MÁS QUE UN  
DESTINO.  
ES UNA ACTITUD.



 **COMUNITAT  
VALENCIANA**

**ACTITUD  
MEDITERRÁNEA**

# Transforma la luz en movimiento infinito



CA4654-55X

## 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](http://www.citizen.es)

CITIZEN®