



# ANUARIO SINC LA CIENCIA ES NOTICIA

2017



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

**sinc**  
La ciencia es noticia

---

# Agencia Sinc

# La ciencia es noticia

# 2017

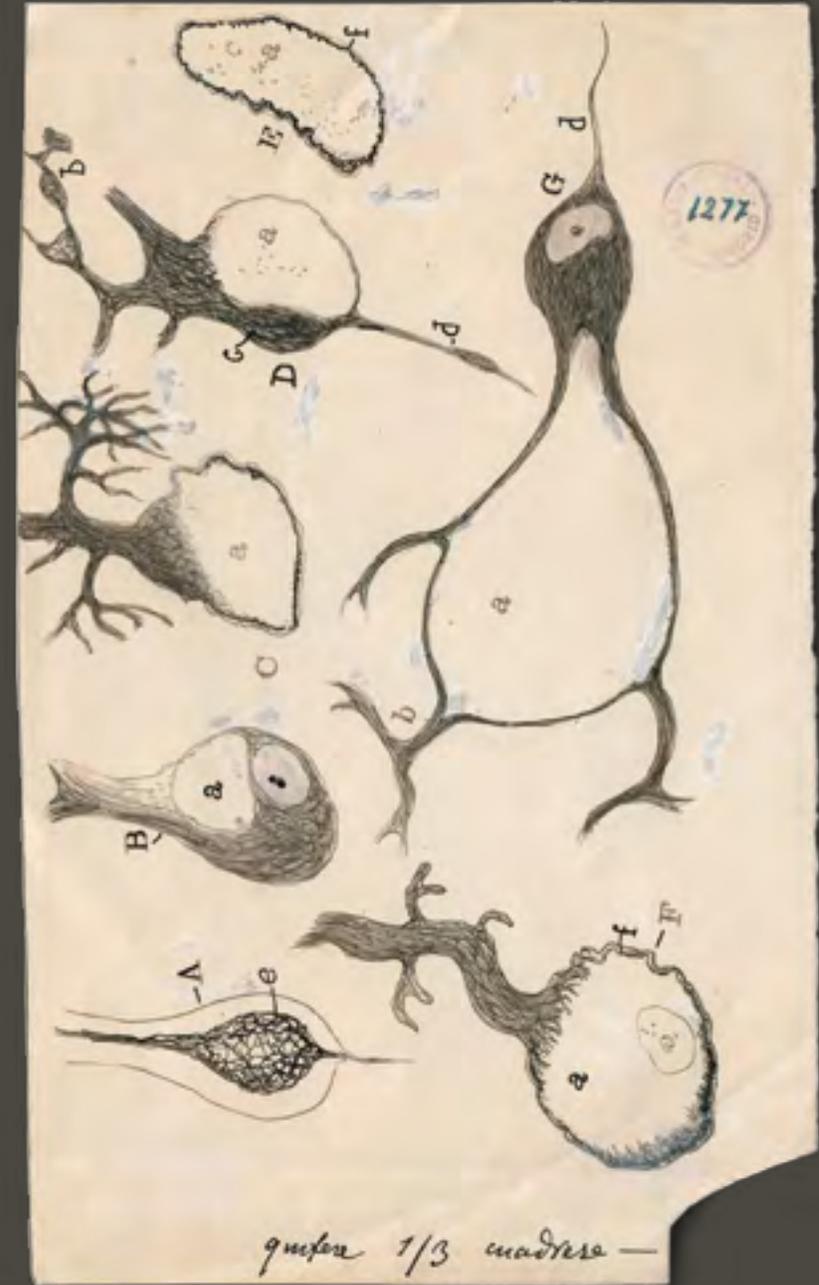
[www.agenciasinc.es](http://www.agenciasinc.es)

ENERO

# Los dibujos de Cajal, de gira por Norteamérica

Santiago Ramón y Cajal, además de ser el padre de la neurociencia moderna, creó algunas de las ilustraciones más notables de células cerebrales y circuitos neuronales. Una selección de 80 de estos exquisitos dibujos aparece ahora en el libro *The Beautiful Brain* y en una exposición itinerante por EE UU y Canadá.

IMAGEN Instituto Cajal del CSIC



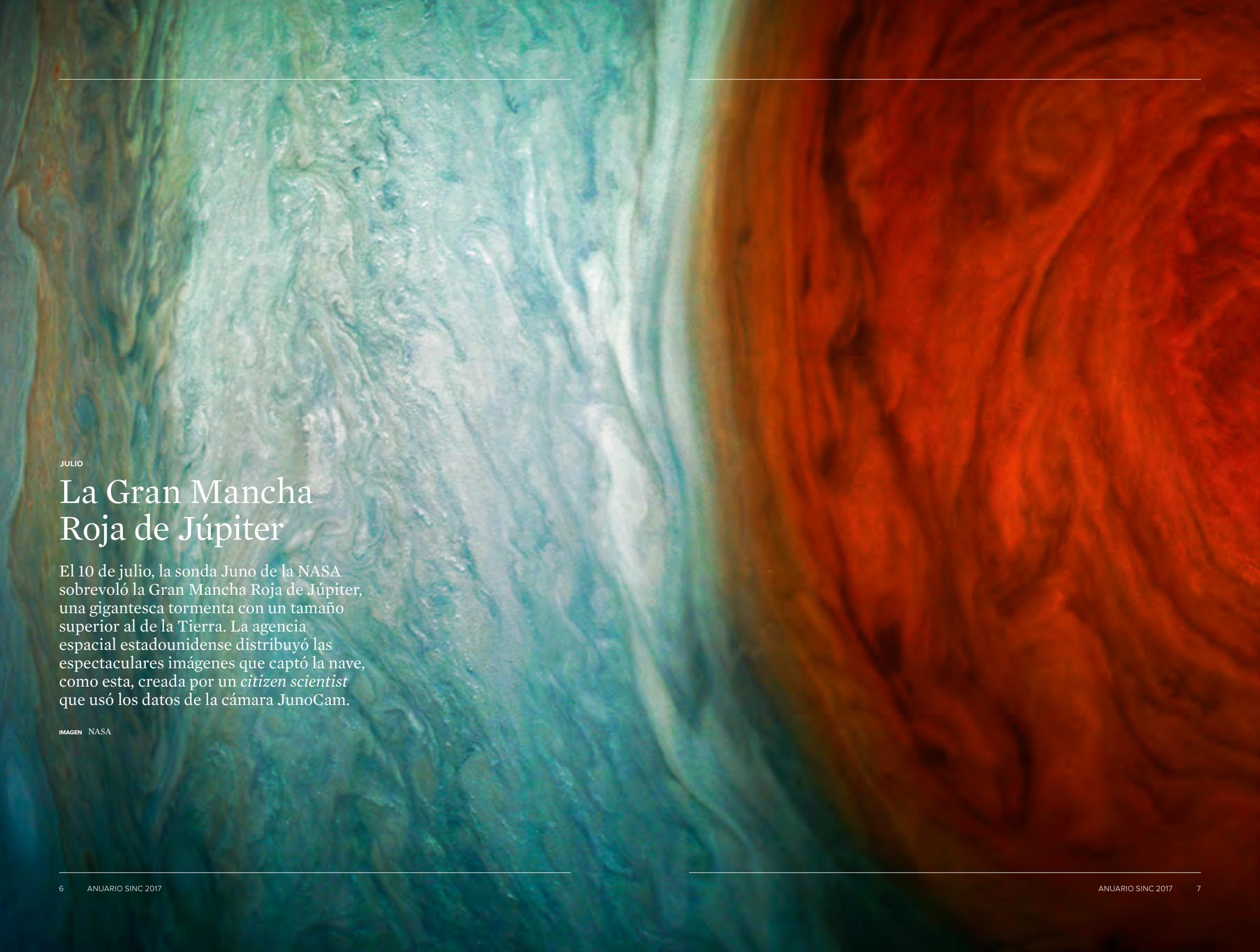


ABRIL

## Científicos en guerra contra Trump

La comunidad científica estadounidense se levantó contra las decisiones de la administración Trump y convocó una manifestación el 22 de abril similar a la *Women's March* de enero. Los recortes y congelación de fondos para la investigación y la postura del presidente ante el cambio climático y las vacunas fueron algunos de los detonantes.

IMAGEN March for Science Washington



---

JULIO

## La Gran Mancha Roja de Júpiter

El 10 de julio, la sonda Juno de la NASA sobrevoló la Gran Mancha Roja de Júpiter, una gigantesca tormenta con un tamaño superior al de la Tierra. La agencia espacial estadounidense distribuyó las espectaculares imágenes que captó la nave, como esta, creada por un *citizen scientist* que usó los datos de la cámara JunoCam.

IMAGEN NASA



SEPTIEMBRE

## Final espectacular de la misión Cassini

En la imagen, Earl Maize, director del programa Cassini de la NASA, y Julie Webster, gerente de operaciones de la misión, se abrazan justo después del ‘suicidio’ de la sonda. Tras más de una década explorando Saturno, sus anillos y satélites, el 15 de septiembre Cassini se desintegró en la atmósfera del gigante gaseoso. Entre los logros de esta misión de la NASA, la ESA y la Agencia Espacial Italiana figuran el lanzamiento de la sonda Huygens sobre Titán y el descubrimiento de un océano subterráneo con géiseres en otra sus lunas, Encélado.

IMAGEN NASA

OCTUBRE

## Buscar a 'Nemo' será cada vez más difícil en océanos calientes

Los peces payaso y las anémonas de mar viven en constante simbiosis con unas microalgas. Las tres especies obtienen protección las unas de las otras frente a los depredadores, además de alimento. Pero esta asociación puede ser perjudicial cuando aumenta la temperatura del agua y desaparecen las algas, esenciales para la supervivencia de las anémonas, que terminan blanqueándose y estresando a los peces. Este fenómeno podría reducir sus poblaciones a largo plazo, según demuestra un estudio publicado en la revista *Nature Communications*.

IMAGEN Beldade et al



OCTUBRE

## El asteroide de Halloween volverá en 2018.

El 31 de octubre de 2015 pasó un asteroide cerca de nosotros, a 1,3 veces la distancia que nos separa de la Luna. Científicos europeos, entre ellos del Instituto de Astrofísica de Andalucía, organizaron campañas de observación del llamado 'asteroide de Halloween'. Sus estudios han revelado que tiene un tamaño de entre 625 y 700 metros, su periodo de rotación ronda las tres horas y su aspecto recuerda al de una calavera humana. Se acercará de nuevo a la Tierra en noviembre de 2018.

IMAGEN J. A. Peñas

NOVIEMBRE

## El increíble viaje de la primera tortuga africana que llegó a Europa

Hace 95 millones de años, una tortuga de río se adaptó a ambientes marinos y realizó una migración extraordinaria. Viajó desde el antiguo continente de Gondwana, que agrupaba lo que hoy es África y Sudamérica, hasta Laurasia, la masa continental del norte de la que formaban parte Europa, Asia y Norteamérica. Sus restos, hallados en la localidad de Algora, en Guadalajara (España) y en Nazaré (Portugal), son prueba del primer movimiento de dispersión conocido de una tortuga desde Gondwana.

IMAGEN José Antonio Peñas



---

# Contenidos

---

018

introducción

020

noticias

029

reportajes y entrevistas

152

premios

156

datos Sinc

158

equipo Sinc

# Introducción

**BORJA IZQUIERDO ALONSO**  
DIRECTOR GENERAL DE FECYT

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) puso en marcha la agencia Sinc en febrero de 2008 con el objetivo de aumentar la información científica en los medios de comunicación. Sinc se concibió, además para que estuviera al servicio de la ciencia española, dando especial relevancia al trabajo realizado por científicos y científicas españolas, tanto en instituciones nacionales, como en centros de investigación extranjeros.

Diez años después de la creación de la agencia Sinc, el panorama de la información científica ha cambiado. Las personas que se dedican a la ciencia son conscientes de que es fundamental hacer partícipe a la sociedad de su trabajo y los medios de comunicación ya no son reacios a publicar esa información que, en muchas ocasiones, se convierte en la más leída de las plataformas digitales.

No tengo la menor duda de que Sinc ha contribuido con su trabajo y su profesionalidad a que las noticias científicas tengan eco en los medios, además de inspirar la creación de otras plataformas de noticias científicas. No en vano, una encuesta entre sus usuarios (periodistas e instituciones) realizada en 2017 destacaba como las características más valoradas de la agencia Sinc el rigor y la actualidad de sus noticias.

Este trabajo, por supuesto, no habría sido posible sin la colaboración de todas las entidades (universidades, centros de investigación, hospitales, etc.) que hacen investigación en nuestro país y que han publicado sus noticias en Sinc. Por otra parte, cerca de 1.200 periodistas están registrados en la agencia.

Este anuario recoge una pequeña muestra de las noticias de Sinc publicadas durante 2017. La selección ha sido difícil porque la agencia publicó en su web 1.719 noticias, reportajes y entrevistas sobre ciencia, tecnología e innovación. La elección de los temas ha sido realizada por los propios redactores, quienes han buscado las noticias que permitan al lector de este anuario entretenerse y asombrarse ante la capacidad de la ciencia para asomarnos a conocer nuestro pasado o para soñar y vislumbrar un futuro diferente.

Un hallazgo revolucionario que adelanta 100.000 años los orígenes de nuestra especie, la reparación de una mutación genética en embriones humanos o la fusión de dos estrellas de neutrones son tres de las noticias que han marcado científicamente el último año y que están recogidas en este Anuario Sinc 2017.

Pero, sin duda, la noticia del 2017 que ha logrado batir un record fue «El asteroide de Halloween prepara su regreso en 2018» traducida al inglés ya que, en un solo día, fue vista simultáneamente por más de mil usuarios durante varias horas hasta alcanzar 73.000 visitas. Tampoco podían faltar en esta publicación las entrevistas realizadas a los pioneros de la revolución CRISPR: Francisco Mojica, Emmanuelle Charpentier, Jennifer Doudna y Luciano Marraffini.

Esta notable labor se ha visto reconocida en estos doce meses con más de 3,6 millones de usuarios en la web [www.agenciasinc.es](http://www.agenciasinc.es) y más de seis millones de visitas a la página, aunque el número de lectores es mucho mayor, ya que las noticias de Sinc tuvieron más

de nueve mil impactos en otros medios de comunicación, cumpliendo así su objetivo de servir de altavoz de la información científica. Asimismo, los redactores de la agencia fueron merecedores de los premios del Foro Europeo de Ciencia, Tecnología e Innovación Transfiere en la categoría escrita, y el Boehringer Ingelheim al Periodismo en Medicina, en la categoría digital.

Por otra parte, merece la pena destacar que desde 2017 la agencia participa en el proyecto europeo SCOPE, coordinado por FECYT y financiado por la Unión Europea a través de Horizonte 2020. Como *media partner*, Sinc comunica los resultados visionarios de la investigación de proyectos asociados al Graphene Flagship y el Human Brain Project.

Este anuario tiene todo lo necesario para convertirse en un libro de lectura, tanto para los profesionales del sector, como para todo buen aficionado interesado en la ciencia en general. Espero que lo disfruten tanto como lo he hecho yo.

# Un año de ciencia en noticias

Crónica de doce meses de actualidad marcada por los retos y avances en ciencia, tecnología, salud y medioambiente

## enero

### EL HUMANO CAUSARÁ UNA EXTINCIÓN EN MASA DE LOS PRIMATES EN 50 AÑOS

De las 500 especies de monos y simios que existen, más del 60% están amenazadas y el 75% sufren un gran declive. En las próximas décadas, la inminente extinción de la mayoría de especies de primates se deberá a actividades humanas como la agricultura intensiva, según la evaluación global más completa sobre su estado de conservación.



IMAGEN Warner Bros

### LAS NIÑAS SE CREEN MENOS BRILLANTES QUE LOS NIÑOS DESDE LOS SEIS AÑOS

A edad temprana, las niñas se vuelven menos propensas a asociar la brillantez intelectual con su propio sexo y tienden a rehuir las actividades que se cree son para niños «muy inteligentes», indica un estudio de tres universidades estadounidenses. Es una tendencia preocupante, ya que las aspiraciones profesionales de las mujeres se ven moldeadas por los estereotipos de género.

## febrero



IMAGEN NASA

### SIETE MUNDOS PARECIDOS A LA TIERRA

En 2016 se informó del descubrimiento de tres planetas potencialmente habitables y de dimensiones similares a la Tierra transitando la estrella TRAPPIST-1. Pero no son tres, sino siete, los exoplanetas templados, en los que puede haber agua líquida, que giran alrededor de esa estrella enana y fría.

### UNA VACUNA FRENA EL VIH SIN ANTIRRETROVIRALES

En un ensayo clínico del Instituto de Investigación del Sida IrsiCaixa, en Barcelona, cinco enfermos de VIH han logrado que su sistema inmunológico controle el avance del virus durante varias semanas gracias a una vacuna y sin necesidad de tomar ningún fármaco retroviral.

### DURA BATALLA POR LA PATENTE DE CRISPR

La Oficina de Patentes de EE UU ha otorgado una serie de patentes sobre la técnica de edición del genoma CRISPR Cas9 al Broad Institute, que mantenía un litigio por la autoría con la Universidad de California desde hacía más de un año. La tecnología tiene un potencial lucrativo de unos 45.000 millones de euros.

### ZELANDIA, EL CONTINENTE OCULTO EN EL FONDO DEL PACÍFICO

Los siete continentes en los que se divide la Tierra parece que se han quedado desfasados. Un grupo de investigadores liderados desde el instituto GNS Science de Nueva Zelanda ha identificado un nuevo continente geológico: Zelandia.

### PRIMER FÁRMACO ESPAÑOL DE INMUNOTERAPIA CONTRA EL CÁNCER

La Clínica Universidad de Navarra y el Hospital Universitario Gregorio Marañón de Madrid están probando en humanos un fármaco experimental para tratar tumores sólidos de mal pronóstico mediante inmunoterapia. El medicamento se inyecta directamente en el tumor y ha sido desarrollado por la *start-up* española Biocontech.

## marzo

### LOS NEANDERTALES ASTURIANOS TOMABAN 'ASPIRINA'

El ADN de la placa dental revela que un neandertal de El Sidrón (Asturias), afectado por un absceso y un trastorno intestinal, ingirió un analgésico natural con ácido salicílico, el componente activo de la aspirina.

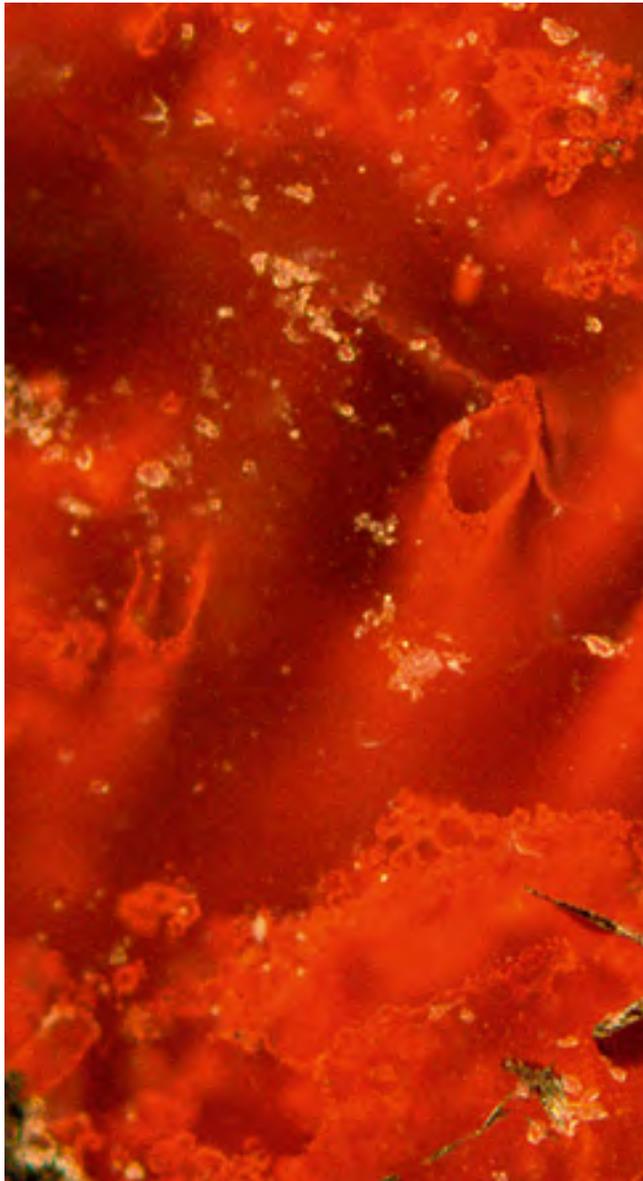


IMAGEN Matthew Dodd

## LOS FÓSILES MÁS ANTIGUOS DE LA TIERRA

Restos de microorganismos de 3.770 millones de años han sido descubiertos en rocas que pertenecieron a antiguas fuentes hidrotermales. Los tubos y filamentos microscópicos, formados por bacterias que vivían en hierro, son la primera evidencia de vida en la Tierra.

## abril

### MÁS DE LA MITAD DE LOS ESPAÑOLES CONFÍA EN LA HOMEOPATÍA

Según los resultados de la última Encuesta de Percepción Social de la Ciencia, realizada por la FECYT, el 59,8% de los ciudadanos de España confía en la acupuntura y el 52,7% en los productos homeopáticos. Las personas con mayor nivel de estudios confían más que la media en estas prácticas, cuya eficacia no tiene evidencia científica.



IMAGEN CHOP

### UN ÚTERO ARTIFICIAL PERMITIRÁ REDUCIR LA MORTALIDAD EN BEBÉS MUY PREMATUROS

Investigadores del Hospital Pediátrico de Filadelfia, en EE UU, han desarrollado un dispositivo que simula el útero materno y tiene líquido amniótico producido en laboratorio. Aunque de momento se ha probado solo con corderos, el objetivo es reducir la mortalidad en bebés extremadamente prematuros.

### UN NUEVO EXOPLANETA DONDE BUSCAR VIDA

Después de los espectaculares descubrimientos de las siete 'tierras' alrededor de la enana roja TRAPPIST-1 y del exoplaneta Próxima b en torno a nuestra estrella más cercana, llega el que podría ser el mejor candidato donde buscar señales de vida fuera del sistema solar: LHS 1140b. Es una supertierra que orbita en la zona habitable de otra estrella enana roja cercana, a unos 40 años luz.

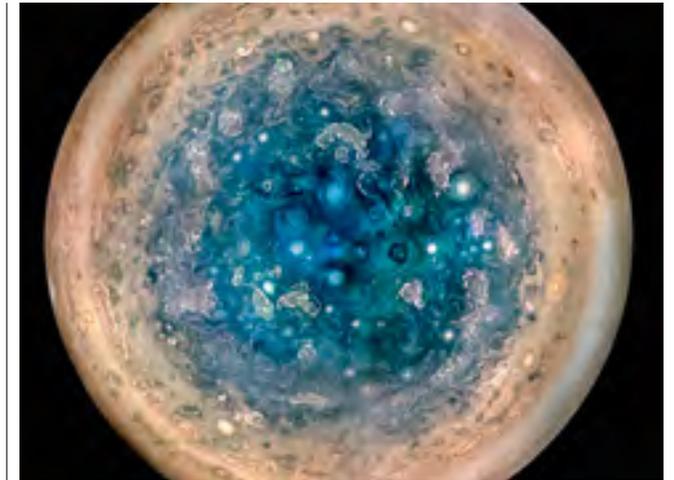


IMAGEN NASA

## mayo

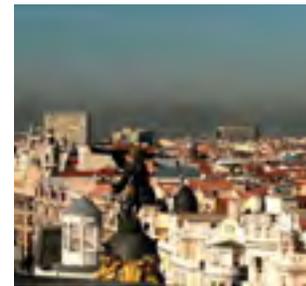


IMAGEN Diario de Madrid

### AL MENOS 21.000 MUERTES AL AÑO EN ESPAÑA POR CONTAMINANTES AMBIENTALES

La exposición a contaminantes ambientales provoca un mínimo de 21.000 muertes al año en España, de las cuales al menos 15.000 son atribuibles a la contaminación atmosférica. Así se desprende del último estudio de la Carga Global de Enfermedad, en el que ha colaborado el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal).

### JUNO MUESTRA MARAVILLAS DE JÚPITER

Ciclones de hasta 1.400 km de diámetro en las regiones polares, emanaciones de metano que alteran el clima y un campo magnético que, además de tener una fuerza inesperada, genera auroras espectaculares cuando interacciona con el viento solar. Estos son los primeros resultados de la misión Juno de la NASA, que en 2016 comenzó a analizar el mayor de los planetas del sistema solar: Júpiter.

## junio

### EL PAN INTEGRAL NO ES MÁS SALUDABLE

Un estudio publicado en *Cell Metabolism* examina las peculiaridades del pan blanco y el integral para averiguar cuál es más sano. Los investigadores han analizado distintos parámetros médicos frente a ambos productos y no existen diferencias significativas entre ellos. Con los datos obtenidos, han ideado un algoritmo capaz de predecir cómo puede afectar variar el tipo de pan en la dieta.

### ¿ES EL PÁRKINSON UNA ENFERMEDAD AUTOINMUNE?

La revista *Nature* destaca cómo la autoinmunidad tiene un papel importante en la enfermedad de párkinson. El descubrimiento de respuestas inmunitarias en genes presentes en dicha patología neurodegenerativa, irreversible y progresiva, plantea la posibilidad de que la muerte neuronal pueda ser tratada con inmunoterapia.



IMAGEN Jean-Jacques Hublin, MPI-EVA

## LOS FÓSILES MÁS ANTIGUOS DE NUESTRA ESPECIE ESTÁN EN MARRUECOS

La idea de que los humanos modernos evolucionaron en el este de África hace 200.000 años podría dejar de ser válida. Un equipo de paleoantropólogos ha descubierto restos óseos de *Homo sapiens* con unos 300.000 años de antigüedad en el yacimiento Jebel Irhoud, en Marruecos, un hallazgo revolucionario que adelanta 100.000 años los orígenes de nuestra especie.

## julio

### 8.300 MILLONES DE TONELADAS DE PLÁSTICO

Un equipo de EE UU ha calculado por primera vez la cantidad total de plásticos fabricada desde el inicio de su producción masiva tras la Segunda Guerra Mundial:

8.300 millones de toneladas, un peso equivalente al de mil millones de elefantes, 80 millones de ballenas azules, 25.000 Empire State Building o 822.000 torres Eiffel. De ellos, 6.300 millones de toneladas ya son residuos, y un 79% se acumula en vertederos y el medioambiente.

## DOS VACUNAS CONTRA EL CÁNCER, EFICACES EN HUMANOS

Investigadores de EE UU y Alemania han desarrollado dos vacunas personalizadas contra el cáncer que han demostrado ser viables y seguras en humanos. Ambas proporcionan beneficios clínicos a los pacientes con melanoma de alto riesgo. El objetivo es desarrollar tratamientos a medida de inmunoterapia contra los tumores.

## agosto

### UN PEQUEÑO DETECTOR PARA LAS PARTÍCULAS MÁS ESQUIVAS

Hace más de 40 años se predijo que los neutrinos, partículas sin carga y apenas masa, podrían interactuar con el núcleo atómico completo. Ahora, un grupo internacional de investigadores lo ha confirmado en el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (EE UU) con el detector de neutrinos más pequeño del mundo.

### PRIMERA TERAPIA GÉNICA CONTRA LA LEUCEMIA

La Agencia Federal de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) ha aprobado la comercialización de la primera terapia génica para combatir una agresiva forma de leucemia.



IMAGEN OHSU

### REPARAN UNA MUTACIÓN GENÉTICA EN EMBRIONES HUMANOS

Un equipo internacional de científicos ha logrado por primera vez corregir en embriones humanos, mediante la herramienta de edición genética CRISPR Cas9 y de modo eficaz, una mutación que causa una alteración grave: la miocardiopatía hipertrófica. Este polémico experimento, realizado en EE UU con más de un centenar de embriones, abre enormes posibilidades en el campo de la fecundación *in vitro* y el tratamiento de enfermedades hereditarias.

### LA ATMÓSFERA DE LA TIERRA HACE 2,7 MILLONES DE AÑOS

Científicos estadounidenses anunciaron que habían recuperado el hielo antártico congelado hace 2,7 millones de años. Su análisis indica que, al comienzo de las primeras glaciaciones, los niveles de CO<sub>2</sub> estaban por debajo de 300 partes por millón, muy por debajo de las actuales.

## septiembre



IMAGEN Lunar caustic

### ¿POR QUÉ EL CORAZÓN ESTÁ A LA IZQUIERDA?

Un estudio realizado en el Instituto de Neurociencias de Alicante sostiene que lo que coloca el corazón a la izquierda, en contra de lo que se pensaba, es el empuje de una corriente de células. El 50% de las alteraciones en el nacimiento son malformaciones cardiacas y muchas de ellas tienen que ver con el posicionamiento del este órgano.

## DETECTADA LA CUARTA ONDA GRAVITACIONAL

La colaboración entre el observatorio estadounidense LIGO y el europeo Virgo ha hecho posible la detección por cuarta vez de una onda gravitacional, una distorsión del espacio-tiempo. La observación se produjo el 14 de agosto y se relaciona con los momentos finales de la fusión de dos agujeros negros con masas alrededor de 31 y 25 veces la del Sol, a unos 1.800 millones de años luz de distancia.

## DEVUELVEN SIGNOS DE CONSCIENCIA A UN HOMBRE TRAS 15 AÑOS EN ESTADO VEGETATIVO

Un accidente de coche dejó en estado vegetativo a un joven de 20 años. Ahora, con 35, el paciente ha mostrado síntomas de consciencia, después de que un equipo de neurocirujanos europeos implantara un estimulador del nervio vago en su pecho.

## octubre

## EL CAMBIO CLIMÁTICO YA PERJUDICA LA SALUD DE TODOS LOS PAÍSES DEL MUNDO

La revista *The Lancet* publica un informe en el que advierte de que el impacto actual del cambio climático en la salud es ya un fenómeno global con repercusiones

graves en la productividad laboral, la propagación de enfermedades infecciosas y la economía: los eventos climáticos extremos supusieron pérdidas de ciento veintinueve mil millones de dólares tan solo en 2016.

## NUEVAS VERSIONES DE CRISPR

La revista *Science* revela una nueva herramienta llamada REPAIR que edita ARN en lugar de ADN y es capaz de tratar patologías sin modificar permanentemente el genoma. Otro trabajo de la revista *Nature* muestra el papel de CRISPR Cas9 para editar mutaciones sin errores.



IMAGEN IAA-CSIC

## HAUMEA TIENE UN ANILLO

En los confines del sistema solar se mueven cuatro planetas enanos, entre los que destaca Haumea por su forma extremadamente achatada y rápida rotación. Ahora, mediante una ocultación estelar, investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía han descubierto la sorprendente presencia de un anillo a su alrededor.



IMAGEN ESO

## HALLAZGO HISTÓRICO: ONDAS GRAVITACIONALES PROCEDENTES DE ESTRELLAS DE NEUTRONES

Los investigadores de la colaboración LIGO-Virgo han detectado ondas gravitacionales como fruto del choque entre dos estrellas de neutrones, las más pequeñas y densas conocidas. Es la primera vez en la historia que se detecta este fenómeno.

## noviembre



IMAGEN ScanPyramids mission

## UNA CÁMARA SECRETA EN LA PIRÁMIDE DE KEOPS

Sobre la mayor de las galerías de la gran pirámide de Guiza se esconde una misteriosa cavidad de al menos 30 metros de largo. Un equipo internacional de físicos de partículas descubrió, para su sorpresa, esta estructura oculta gracias a los muones, partículas originadas por los rayos cósmicos.

## LA PRIMERA PRESIDENTA DEL CSIC EN 78 AÑOS DE HISTORIA

El Gobierno nombró a Rosa Menéndez (Cudillero, Asturias, 1956), como presidenta del Consejo Superior de Investigaciones

Científicas (CSIC), el mayor organismo público de investigación de España. Con una plantilla de 13.000 investigadores, el 35,7% son mujeres. «Es un triunfo para toda la sociedad, no solo para las investigadoras», declaraba esta doctora en Química.



IMAGEN Andrew Walmsley

## NUEVA ESPECIE DE ORANGUTÁN EN SUMATRA

Los científicos reconocieron en el año 2001 dos especies diferentes de orangutanes: el de Borneo y el de Sumatra. Un nuevo estudio revela que en realidad en la isla indonesia de Sumatra habita una tercera especie, el orangután Tapanuli, que vive en el área de Batang Toru al norte de la isla, y del que solo quedan 800 ejemplares.

## diciembre

## LAS GARRAPATAS CHUPABAN LA SANGRE DE LOS DINOSAURIOS

Investigadores españoles han descubierto en una pieza de ámbar de Birmania una garrapata fósil de 100 millones de años que chupaba la sangre a los dinosaurios terópodos. El nuevo trabajo revela la relación de parasitismo entre ácaros y dinosaurios con plumas, que evolucionaron hacia el Inaje de las aves modernas a finales del Cretácico.

---

# 365 días de historias contadas en profundidad

EN 2017 LA POETA DE LAVAPIÉS HABRÍA CUMPLIDO CIEN AÑOS

# Gloria Fuertes, la primera reina maga de los niños españoles

VERÓNICA FUENTES | 07 ENERO 2017

¿Por qué no iban a hacer bien el trabajo las mujeres de los Reyes Magos? Esto fue lo que se planteó Gloria Fuertes al escribir una de sus obras infantiles más transgresoras: *Las tres reinas magas: Melchora, Gaspara y Baltasara*. En el año de su centenario, reivindicamos una de las voces más singulares y menos valoradas de la historia de la poesía española.

Tras el paso de la cabalgata de Reyes del año 2016, la presencia de tres mujeres como protagonistas generó un debate entre los más conservadores, que no gustaron del cambio.

Sin embargo, esta no era la primera vez que se hablaba de tres reinas magas. Corría el año 1978 cuando Gloria Fuertes (1917-1998) escribió una obra sobre cómo, ante la imposibilidad de que Melchor,

Gaspar y Baltasar fueran a Belén, sus mujeres les sustituían en el viaje.

La escritora consiguió, recién estrenada la democracia, darle a la mujer un papel protagonista. Gloria Fuertes, de voz ronca y aspecto varonil, fue mucho más que una autora de literatura infantil. Sin embargo, su figura es más apreciada fuera de su país de origen que dentro de él.

Según Reyes Vila-Belda, profesora del departamento de Español y Portugués de la Universidad de Indiana (EE UU), «ni su figura ni su poesía han sido bien estudiadas en España».

No obstante, en EE UU varios críticos han investigado su obra, y sus poemas traducidos figuran en importantes antologías. «Mientras en España todavía algunos cuestionan su obra, fuera



Gloria Fuertes nació el 28 de julio de 1917 en Madrid en el seno de una familia humilde. IMAGEN EFE

forma parte del canon», añade la investigadora española.

Sharon Keefe Ugalde, coordinadora de la división de español en el departamento de Lenguas Modernas de la Universidad de Texas (EE UU), sí cree que la oralidad campechana y cotidiana de Gloria Fuertes la alejó del patrón aceptado. «Especialmente, de los poetas culturalistas», matiza. «Para ellos una voz llana y directa

sonaba como un chirrío molesto, por eso no admitían que fuera poeta». Otras circunstancias en contra del triunfo de Fuertes en la alta cultura de mediados del siglo xx fueron ser mujer, lesbiana y pobre.

«Treinta años después, el rechazo se ha superado y su reconocimiento como poeta originalísima y valiosa va en aumento. En el mundo académico ya es una voz



Las tres reinas magas: Melchora, Gaspara y Baltasara, de 1986.  
IMAGEN Pampa García

«Creía que la compasión y la generosidad perduran por encima de los golpes duros, íntimos y colectivos, que da la vida», afirma una estudiosa de su obra

aclamada, ahora falta extender ese reconocimiento a un espacio cultural más amplio», continúa Keefe Ugalde.

**UNA POETA DEL PUEBLO** Fuertes nació el 28 de julio de 1917 en el madrileño barrio de Lavapiés, en el seno de una familia humilde. Su madre era costurera y su padre portero. Ella misma relata los primeros años de su vida en este poema autobiográfico:

*Gloria Fuertes nació en Madrid a los dos días de edad, pues fue muy laborioso el parto de mi madre que si se descuida muere por vivirme.*

*A los tres años ya sabía leer y a los seis ya sabía mis labores. Yo era buena y delgada, alta y algo enferma. A los nueve años me pilló un carro y a los catorce me pilló la guerra; a los quince se murió mi madre, se fue cuando más falta me hacía...*

«Es una poeta única, muy creativa, crítica y, a la vez, original», subraya Reyes Vila-Belda. «Aunque no contó con una educación universitaria ni formaba parte del *establishment*, abrió el espacio poético a las preocupaciones de los que no tenían voz: mujeres, trabajadores, pobres...».

Después de estudiar Gramática y Literatura, de 1939 a 1953 trabajó como redactora de la revista infantil *Maravillas*, donde publicaba cuentos, historietas y poesía para niños.

De 1940 a 1945 se estrenaron obras suyas de teatro infantil y poemas escenificados en varios teatros de Madrid. Y desde 1940 hasta 1955 fue colaboradora de la

revista femenina *Chicas*, donde publicaba cuentos de humor. En 1942 conoció a Carlos Edmundo de Ory, que la integró en el movimiento poético del postismo, y en 1947 obtuvo el Primer Premio de Letras para canciones de Radio Nacional de España.

Más tarde, en 1950, organizó la primera biblioteca infantil ambulante, que llevaba libros donde no llegaban por falta de dinero o analfabetismo, y publicó *Isla Ignorada*, su primer poemario. Desde entonces, se sucedieron los estrenos y premios.

Lo que no todo el mundo sabe es que de 1961 a 1963 vivió en EE UU. Gracias a una beca Fullbright de Literatura Española, se subió a los estrados de las universidades de Bucknell, Mary Baldwin y Bryn Mawr: «La primera vez que entré en una universidad fue para dar clases en ella», bromeaba Fuertes.

A su vuelta, impartió clases de español en el Instituto Internacional. No fue hasta 1972 cuando pudo dedicarse por entero a la literatura al obtener una beca March de Literatura Infantil.

**LA POESÍA FUERTIANA** «El universo poético de Fuertes es su cotidianidad, su género, su clase social y, sobre todo, su incondicional amor sin prejuicios a todos los seres humanos», indica Keefe Ugalde.

De entrada, reclamó los derechos de las mujeres a leer, a escribir, a trabajar y a ser poetas en un momento en el que su figura estaba reducida al espacio doméstico. «Ser escritora suponía ir contra corriente y requería gran empeño. Numerosos poemas suyos dejan constancia de la desigualdad de género en su

Durante el franquismo, Fuertes presentó un nuevo modelo de mujer que celebraba su marginalidad y afirmaba su identidad

Mujer, lesbiana y pobre. La alta cultura de mediados del siglo xx no aceptó a una poeta como Gloria Fuertes

época y constituyen una forma de luchar contra los límites impuestos», destaca la profesora de la Universidad de Texas.

Fue pacifista –se opuso a las guerras de Vietnam, Camboya y la civil española–, y se interesó por el medioambiente mucho antes de que ser ecologista se pusiera de moda. «Gloria Fuertes transformó su fe en el ser humano en un universo poético propio. Tenía la visión de que la compasión y la generosidad perduran por encima de los golpes duros, íntimos y colectivos, que da la vida», enfatiza Keefe Ugalde.

**UNA ESCRITORA MUY MEDIÁTICA** «Sus apariciones en la tele la convirtieron en un personaje muy popular y vendió muchos libros. Esa fama llevó a algunos a hacer una parodia cruel de su figura. Sin embargo, a ella le divertía lo performativo, jugar a disfrazarse, sorprender. Los medios fueron una herramienta que aprovechaba para decir lo que quería», declara Vila-Belda.

En la obra poética de Fuertes no hay una división clara entre autobiografía y ficción. En ocasiones, la poeta creaba una 'Gloria' ficticia a la que atribuía datos aparentemente reales pero que no eran ciertos. Otras veces, incorporaba información biográfica suya.

Expresar experiencias de sí misma y de otros, algunas prohibidas por la censura franquista, le sirvió para hacer frente a la sociedad patriarcal, cuestionar los modelos femeninos existentes y proponer otros nuevos. «Aportó una voz ingeniosamente coloquial, sorpresiva y grata por el sutil humor, los juegos de palabras y el sonido reverberante de los poemas», apunta Keefe Ugalde.

El trabajo literario de Fuertes surgió durante las primeras décadas de la posguerra, cuando se olvidaron las contribuciones que habían logrado las mujeres, y las poetas en particular, antes de la guerra.

«El franquismo promovió una sociedad patriarcal y conservadora que excluyó a la mujer de la vida profesional y cultural», resalta Vila-Belda. «Fuertes presentó un nuevo modelo de mujer que celebraba su marginalidad y, de este modo, afirmaba su identidad. Se convirtió en el eslabón para recuperar y continuar la modernidad».

**JUSTICIA POÉTICA** Ahora, el reto consiste en darla a conocer como gran poeta. «No cabe duda de que se la ha valorado menos como poeta por haberse dedicado a la literatura infantil. El éxito de sus cuentos terminó por convertirla en 'la poeta de los niños', lo que ha tenido un efecto negativo en su obra», afirma Vila-Belda.

El éxito comercial de la literatura infantil y la fama mediática de Fuertes terminaron por ocultar su poesía literaria. Gloria Fuertes publicó en editoriales de prestigio como Seix Barral o Cátedra. Además, contó con el apoyo de Jaime Gil de Biedma, uno de los poetas más importantes de la segunda mitad del siglo xx, quien la dio a conocer gracias a una primera antología de sus versos.

«Es hora de redescubrir su poesía para adultos», concluye la profesora de la Universidad de Indiana. Con el centenario de su nacimiento será más fácil, porque los niños que oímos a Gloria Fuertes recitar en directo ya no somos niños.

UNA HISTORIA DE TALENTO SILENCIADO

# Las mujeres afroamericanas que ayudaron a ganar la carrera espacial

ENRIQUE SACRISTÁN | 18 ENERO 201

Detrás del éxito de John Glenn, el primer estadounidense que orbitó la Tierra, y de la llegada de Neil Armstrong y sus compañeros a la Luna, se esconden los cálculos que realizó un grupo de matemáticas afroamericanas en la NASA durante los años 60. El desconocido trabajo de Katherine Johnson, Dorothy Vaughan, Mary Jackson y otras 'computadoras humanas' salió a la luz con la publicación del libro *Figuras Ocultas* y el estreno de la película en España.

¿Por qué nunca hemos oído hablar de las mujeres negras que trabajaron como matemáticas en la NASA? Esta es la pregunta que se harán muchos de los espectadores de la película *Figuras Ocultas*. También es la cuestión

que más veces han planteado a Margot Lee Shetterly, la autora del libro en el que se basa la cinta.

«Un equipo de matemáticas conocidas como las 'computadoras humanas' calcularon, con lápices, reglas y sencillas calculadoras

Las verdaderas Katherine Johnson, Dorothy Vaughan y Mary Jackson, tres 'Figuras Ocultas' que ahora salen a la luz. IMAGEN NASA y familiares.



Katherine Johnson es la más reconocida de todas las computistas de la NASA, negras o blancas

En 1949 Dorothy Vaughan fue la primera mujer afroamericana que consiguió promocionarse como jefa de personal en la NASA

Mary Jackson, siendo mujer y negra, logró ser ingeniera de la NASA en el año 1958

las complicadas ecuaciones que permitieron lanzar los cohetes y a sus astronautas al espacio –explica la escritora en su libro–; y entre ellas figuraba un pequeño y excepcional grupo de mujeres afroamericanas talentosas que formaron parte de las mentes más brillantes de su generación».

La película se centra en tres de esas mujeres excepcionales: Katherine Johnson (interpretada por Taraji P. Henson), Dorothy Vaughan (la oscarizada Octavia Spencer) y Mary Jackson (Janele Monáe), que a comienzos de los años 60 ayudaron a la NASA a poner en órbita al astronauta John Glenn desde su centro de trabajo: el laboratorio aeronáutico de Langley, en Hampton (Virginia).

«Después de ser relegadas a enseñar matemáticas en colegios públicos solo para negros, en ese laboratorio encontraron trabajos adecuados a su genio, aunque al principio también se vieron segregadas del resto de mujeres, ya que las leyes de Virginia así lo establecían», recuerda Shetterly. «Pero incluso así, este equipo ayudó de forma sobresaliente a que los EE UU ganaran a la URSS la carrera espacial durante la Guerra Fría».

De las tres protagonistas, la única que sobrevive, con sus casi 100 años, es Katherine Coleman G. Johnson. Según la autora de *Figuras Ocultas*, «es la más reconocida de todas las computistas de la NASA, negras o blancas». En 2015 recibió la Medalla Presidencial de la Libertad, de manos del presidente Obama.

Tras ser profesora y licenciarse en la Universidad de Virginia Occidental, Katherine Johnson se

enteró de que el National Advisory Committee for Aeronautics (NACA, que luego se convertiría en la NASA) buscaba afroamericanas para el Departamento de Guía y Navegación y se presentó sin dudar. En 1953 consiguió el puesto.

Al principio entró en el equipo de las computadoras humanas del ala oeste, West Area Computers, supervisada por la también matemática Dorothy Vaughan –otra de las protagonistas de la película–, y luego pasó a la División de Investigación de Vuelo de Langley. Allí calculó en 1959 la trayectoria del vuelo espacial de Alan Shepard, el primer estadounidense que viajó al espacio, y en 1961 estimó la ventana de lanzamiento del Proyecto Mercury, el primer programa espacial tripulado de EE UU.

Al año siguiente, cuando la NASA comenzó a utilizar computadoras electrónicas para calcular la órbita alrededor de la Tierra de John Glenn, la llamaron para verificar los resultados de la propia máquina. La exactitud de sus cálculos sirvió para aumentar la confianza en las nuevas tecnologías de computación.

Pero su mayor contribución al programa espacial fue su trabajo en la misión Apolo 11, la primera que logró llevar a un hombre a la Luna. En este proyecto calculó el momento preciso en el que la sonda debía abandonar la superficie lunar para coincidir y engancharse al módulo de servicio.

Además, sus ecuaciones y números se aplicaron durante la crisis del Apolo 13 en 1971, cuando una explosión en la nave imposibilitó que sus tripulantes pudieran manejar el ordenador de a bordo. Una vez que la misión se

abortada, sus propuestas para los procedimientos y cartas de navegación ayudaron, junto a la pericia y la preparación de los astronautas, para que pudieran regresar sanos y salvos a la Tierra.

Por su parte, Dorothy Vaughan, tras su etapa docente, entró también en la NACA en 1943, en plena Segunda Guerra Mundial, una época en la que la industria aeronáutica estadounidense necesitaba mano de obra y personal especializado.

Vaughan fue asignada a la sección West Area Computers, un grupo de trabajo compuesto por matemáticas afroamericanas, que acabaría dirigiendo. En 1949 se convirtió en la primera mujer negra que consiguió promocionarse como jefa de personal en la NACA.

En su cargo de supervisora y directora de las West Area Computers siempre se preocupó por la situación de las empleadas y defendió sus derechos laborales. En una entrevista de 1994, Vaughan comentó: «Cambié lo que podía, y lo que no pude, lo sobrellevé».

Vaughan continuó en el mismo centro después de que la NACA se convirtiera en la NASA –donde se jubiló en 1971–, especializándose en computación y FORTRAN, un lenguaje de programación de alto nivel.

También contribuyó al proyecto Solid Controlled Orbital Utility Test system (SCOUT), una familia de vehículos de lanzamiento diseñados para colocar satélites pequeños en órbita alrededor de la Tierra.

Su capacidad de aprendizaje y adaptación a los cambios quedaron patentes con la llegada de las primeras máquinas computadoras de IBM 7090. Al principio

se convirtieron en una amenaza para las computadoras humanas, pero acabaron siendo sus aliadas.

**PRESENTACIÓN DE 'FIGURAS OCULTAS' EN ESPAÑA** Durante la presentación de Figuras Ocultas en Madrid, la periodista Paloma Gómez Borrero –la primera corresponsal en el extranjero de la televisión española–, junto a Bisila Bokoko, uno de los pocos ejemplos de mujer, negra y empresaria española, destacaron la importancia de ser «pioneras» y abrir camino a otras mujeres.

Todavía queda mucho por recorrer en las diferencias de género, como se encargó de recordar Pilar López Sancho, presidenta de la Comisión de Mujeres y Ciencia del CSIC: «Desde hace una década, el 60% de los títulos de grado que ofrecen las universidades públicas europeas lo reciben mujeres, con mejores expedientes que los hombres, pero solo hay un 20% de catedráticas».

«Otros ejemplos son la escasa presencia de la mujer en los Premios Nobel o, en nuestro país, en los Premios Nacionales de Investigación –añadió–. Hoy podemos ir a la universidad y acceder a la carrera científica, pero las mujeres se agolpan en las categorías más bajas».

López Sancho señala que esta situación hay que cambiarla entre todos, con modelos que demuestren a las niñas que valen para la ciencia, la informática o cualquier campo; y denuncia: «Todavía hay familias que no quieren que sus hijas estudien una ingeniería».

Esto es lo que le ocurrió a la tercera protagonista de la película: Mary W. Jackson, otra de las matemáticas afroamericanas que

pasó casi toda su vida en Langley, donde entró en 1951. Tras superar las reticencias iniciales de su familia y ganar en los juzgados su derecho a formarse en ingeniería en una escuela solo para blancos, también consiguió su título y se convirtió en la primera ingeniera negra de la NASA en 1958.

Se especializó en analizar los datos del túnel de viento y los experimentos de vuelo en la división de aerodinámica subsónico-transónica. Su objetivo era entender el flujo de aire, incluidas las fuerzas de empuje y resistencia. Publicó una docena de artículos científicos.

Al final de su carrera se dedicó a fomentar la contratación y promoción de la mujer en la NASA desde la Oficina de Programas de Igualdad de Oportunidades y Discriminación Positiva. Además, Jackson fue muy conocida en su comunidad por ayudar a los niños a crear un túnel de viento en miniatura.

«Estas tres mujeres y sus compañeras se enfrentaron a desafíos, forjaron alianzas y usaron su intelecto para cambiar sus propias vidas y el futuro de su país», dice la autora de *Figuras Ocultas* en su libro, pero, además, hay algo en su historia que parece conectar con gente de todas las razas, etnias, géneros, edades y orígenes.

«Es una historia de esperanza –concluye Shetterly–. La esperanza de que incluso en la realidad más dura, como la segregación legalizada y la discriminación racial de EE UU en los 60, a veces triunfe la meritocracia; la esperanza de que a cada uno de nosotros se nos permita llegar hasta donde nos lleve nuestro talento y esfuerzo».

# Radio Nacional ya es octogenaria

El 19 de enero de 1937, Radio Nacional de España realizó la primera emisión de su historia. El locutor encargado de inaugurar la programación, Fernando Fernández de Córdoba, dio comienzo a esta radiodifusión con las palabras: «Atención, habla España».

Este momento histórico no se grabó por la escasez de medios técnicos, aunque sí se ha podido reconstruir con precisión lo que se emitió ese día.

Fundada en Salamanca por el militar franquista José Millán-Astray y Terreros, su primer radiotransmisor –dispositivo electrónico que, mediante una antena, irradia ondas electromagnéticas que contienen información–, con una potencia de 20 kW y de la marca Telefunken, fue un regalo de la Alemania nazi al frente nacional.

Desde sus inicios, en plena Guerra Civil española, el inmenso potencial propagandístico de la radio sería ampliamente explotado por los dos bandos enfrentados.

Durante sus 80 años de funcionamiento, RNE ha narrado acontecimientos históricos como el final de la Guerra Civil, el anuncio de la legalización del Partido Comunista o el intento del golpe de estado del 23-F.



**19 DE ENERO, 1937:  
RADIO NACIONAL DE ESPAÑA  
COMIENZA A EMITIR.**



#CIENCIAILUSTRADA  
agenciasinc.es

#PROJECTMOSUL: CIBERARQUEÓLOGOS CONTRA LA DESMEMORIA

# Un ejército de voluntarios 'online' resucita las ruinas de Mosul y Palmira

PAZ GÓMEZ | 24 ENERO 2017

Desde Murcia y Stuttgart, dos expertos en fotogrametría han creado la plataforma *rekrei.org*. En ella, más de 300 usuarios recopilan fotografías y reconstruyen el patrimonio aniquilado por la barbarie yihadista del Dáesh. El proyecto, cuyo nombre proviene del esperanto 'recrear', se ha ampliado a medio centenar de lugares devastados por guerras y desastres naturales en todo el planeta.

Cada martillazo que los yihadistas del Dáesh propinaban con saña contra las esculturas del Museo de Mosul (Irak) en febrero de 2015 ha quedado grabado en la memoria colectiva de los ciudadanos de occidente, atónitos al observar un vídeo que corría por los medios de comunicación y las redes sociales. Ese era el objetivo: provocar el horror y la indignación

destruyendo vestigios de Mesopotamia, la cuna de las primeras civilizaciones y un vínculo entre Oriente y Occidente.

Con cada golpe, a Matthew Vincent, nacido en Seattle (EE UU), se le encogía el estómago frente al ordenador de su despacho del Centro de Arqueología Virtual Digital-MED de la Universidad de Murcia (UMU). «Es horrible asistir a ese

desastre porque invertimos nuestra vida en la conservación del patrimonio, que es propiedad de la humanidad, mucho más allá de nacionalidades ni religiones».

Automáticamente, Vincent inició un debate en el grupo de Facebook que mantiene con los otros 19 investigadores becados dentro de la Red de Formación Inicial para el Patrimonio Cultural



Mayo de 2016. Un soldado ruso limpia de minas las ruinas de Palmira, en Siria. En 2015, el Dáesh las arrasó. IMAGEN Vadim Savitsky, EFE

«A partir de las fotos de un objeto o una superficie, podemos deducir sus formas y dimensiones», explica Coughenour

Digital (ITN-DCH), un proyecto europeo Marie Curie.

«No quería quedarme solo en la protesta y lancé la idea de crear un proyecto solidario de *crowd-sourcing* para recuperar los restos que estaban siendo aniquilados mediante una plataforma *online* y recurriendo a la realidad virtual, que es nuestra área de estudio», recuerda Vincent.

La idea enseguida motivó a su colega del ITN-DCH Chance Coughenour, otro estadounidense que trabaja para el Instituto de Fotogrametría de la Universidad de Stuttgart (Alemania).

Precisamente las técnicas de fotogrametría eran la clave para recrear en el ciberespacio el patrimonio arrasado. La plataforma, que inicialmente fue bautizada como #projectmosul, proponía a voluntarios de cualquier parte

del mundo subir imágenes de las piezas perdidas que hubiesen obtenido en viajes turísticos y visitas profesionales.

«A partir de las fotos de un objeto o una superficie, podemos deducir sus formas y dimensiones gracias a la fotogrametría –explica Coughenour–. Se trata de una técnica donde la principal fuente de información es la simple fotografía, y a partir de sus dos dimensiones se puede recrear el objeto tanto en 3D como en 4D, lo que le añade el tiempo y el movimiento».

La respuesta que obtuvieron en la red fue apabullante: decenas de voluntarios de todas las partes del mundo subían a la web sin cesar miles de imágenes tanto de los restos de Mosul como de otras ciudades históricas de Oriente Medio destruidas por los yihadistas, tales como Palmira o Hantra.

«No quería quedarme en la protesta y lancé un proyecto para recuperar los restos con realidad virtual», dice Vincent

La respuesta fue apabullante: decenas de voluntarios subían a la web miles de imágenes de los restos de Mosul y de otras ciudades históricas

«No temo al Dáesh. Nuestro trabajo es una propuesta pacifista para concienciar sobre la importancia del patrimonio», dice un voluntario

**MILITARES DE EE UU, LOS PRIMEROS EN PARTICIPAR** Los primeros en involucrarse fueron unos militares de EE UU que habían recopilado fotografías del patrimonio que encontraban en los reconocimientos del terreno efectuados en Irak. «Uno de ellos me conocía y me las enviaron cuando se enteraron de lo que habíamos montado», recuerda Vincent.

Pronto los usuarios dieron un paso más e introdujeron en la plataforma rescates virtuales de patrimonio devastado por desastres naturales. Es el caso del antes y el después de la plaza Durbar de Katmandú, hecha añicos por un terremoto, o la reconstrucción de la cabeza de la estatua de San Sebastián, en la Estación de Rossio en Lisboa, que un turista decapitó al hacerse un *selfie*. En total, medio centenar de localizaciones de todo el planeta y más de 300 voluntarios, que han subido hasta la fecha unas 7.000 fotografías.

«Por eso decidimos llamar a la plataforma Rekrei ([www.rekrei.org](http://www.rekrei.org)), que significa ‘recrear’ en esperanto, un idioma universal sin nacionalidad ni religión. La destrucción del patrimonio no es, por supuesto, nada nuevo. Los ejércitos invasores han borrado los nombres de los reyes anteriores, arrasando el patrimonio con el fin de destruir la memoria del pasado. Si bien no podemos evitar la pérdida del patrimonio en todo el mundo, al menos podemos tomar medidas para preservar la herencia que se ha perdido», defiende el investigador de la UMU.

Su colega Coughenour puntualiza: «A partir de una cámara digital común, tenemos la tecnología y la capacidad para crear

representaciones digitales del patrimonio y colocarlas en los repositorios y museos virtuales, tanto para el público como para los profesionales. Al hacerlo, podemos preservar las narrativas de los pueblos y culturas de todo el globo en acceso abierto para que sirva como base para la investigación, la educación, la curación digital y el nuevo arte».

En el proceso de recreación virtual de una escultura o un templo a partir de fotografías, el primer paso es identificar las localizaciones donde se ha perdido patrimonio. «Para ello, hemos integrado en la plataforma todas las licencias disponibles de Flickr a través de su API de geolocalización –detalla a Sinc el arqueólogo de Seattle–. Los usuarios pueden ajustar el radio de búsqueda a través de un control deslizante, extendiéndolo hasta un kilómetro de distancia del centro de la ubicación por el que están navegando».

«Antes, estos voluntarios se han creado una cuenta en [rekrei.org](http://rekrei.org) tanto para subir fotos de los vestigios dañados como para organizarlas o descargárselas e iniciar el proceso –continúa Coughenour–. Socios del proyecto, como Agisoft Photoscan, nFrames o 3Dflow, nos han cedido licencias de sus programas de fotogrametría y otros *softwares* para que los usuarios se los puedan bajar gratuitamente».

**CUENTAS ANÓNIMAS PARA PROTEGER A LOS VOLUNTARIOS** «Cuántas más fotos tenemos, más profundidad podemos darle al escenario 3D –precisa Vincent–. Los puntos obtenidos de las imágenes nos dan las coordenadas exactas que tenía el objeto. Por triangulación, se genera una malla y se va creando



El Templo de Baalshamin, en Palmira, antes y después de ser demolido por el Dáesh en 2015. IMAGEN EFE.

Aunque no puedan evitar la pérdida del patrimonio, al menos toman medidas para preservar la herencia que se ha perdido

una superficie con la apariencia y la textura que presentaba la escultura o el templo que estamos rescatando. Después, los modelos se suben a Sketchfab, que es como un YouTube de 3D».

Gracias al apoyo del Media Lab de la revista británica *The Economist*, los artífices de [rekrei.org](http://rekrei.org) pudieron cumplir en 2016 el sueño de montar una exposición en Ámsterdam con reproducciones de los objetos ‘resucitados’. «No queremos exhibir copias del patrimonio perdido, como se hizo con el Arco de Palmira en Trafalgar Square (Londres). Nuestra idea era combinar un museo virtual y uno tradicional», cuenta Coughenour.

En ocasiones, los modelos que crean estos arqueólogos virtuales aficionados alcanzan cotas

de precisión muy elevadas. ‘Ruimx’ es el *nick* de Pedro Máximo, un ingeniero civil de Oporto que ha demostrado ser un voluntario aventajado.

A pesar de que las cuentas en [rekrei.org](http://rekrei.org) son anónimas para proteger a los usuarios de represalias a manos de los fanáticos del autoproclamado Estado Islámico, Máximo no tiene problema en desvelar su identidad: «Nunca he tenido problemas con el Dáesh y tampoco temo recibir amenazas. Nuestro trabajo es una propuesta pacifista para compartir conocimientos y concienciar a la gente de la importancia de la conservación del patrimonio».

Ruimx se involucró en el proyecto en cuanto supo que reclutaban voluntarios con dotes como

las suyas para la fotogrametría. «No me siento como un arqueólogo –reflexiona–, pero es una experiencia muy satisfactoria cuando termino uno de los modelos y puedo observar cómo era antes de su destrucción».

Una obra como las suyas requiere responsabilidad: debe proporcionar un modelo fiel al original. «Me gusta mucho reconstruir en 3D un artefacto perdido para compartirlo con otras personas que nunca tuvieron la oportunidad de ver el real y que, desafortunadamente, nunca la tendrán», cuenta Ruimx.

Sin ir más lejos, el propio creador de la ONG ciberarqueológica no conoció las ruinas arrasadas en Irak y Siria. «No llegué a tiempo –se lamenta Vincent–, pero con Rekrei al menos podré observar cómo fueron».

HACIA LA INMUNIZACIÓN INDIVIDUAL Y PERSONALIZADA

# Las vacunas contra el cáncer empiezan su segunda vida

JESÚS MÉNDEZ | 04 FEBRERO 2017

Vacunar a los pacientes para combatir sus tumores se consideraba la gran esperanza de la oncología pero, después de años de intentos frustrados, el sueño parecía desvanecerse. Ahora, nuevos fármacos experimentales que no previenen, sino que atacan la enfermedad, vuelven al escaparate científico. A falta de los ensayos definitivos, algunos aventuran que llegarán para quedarse.

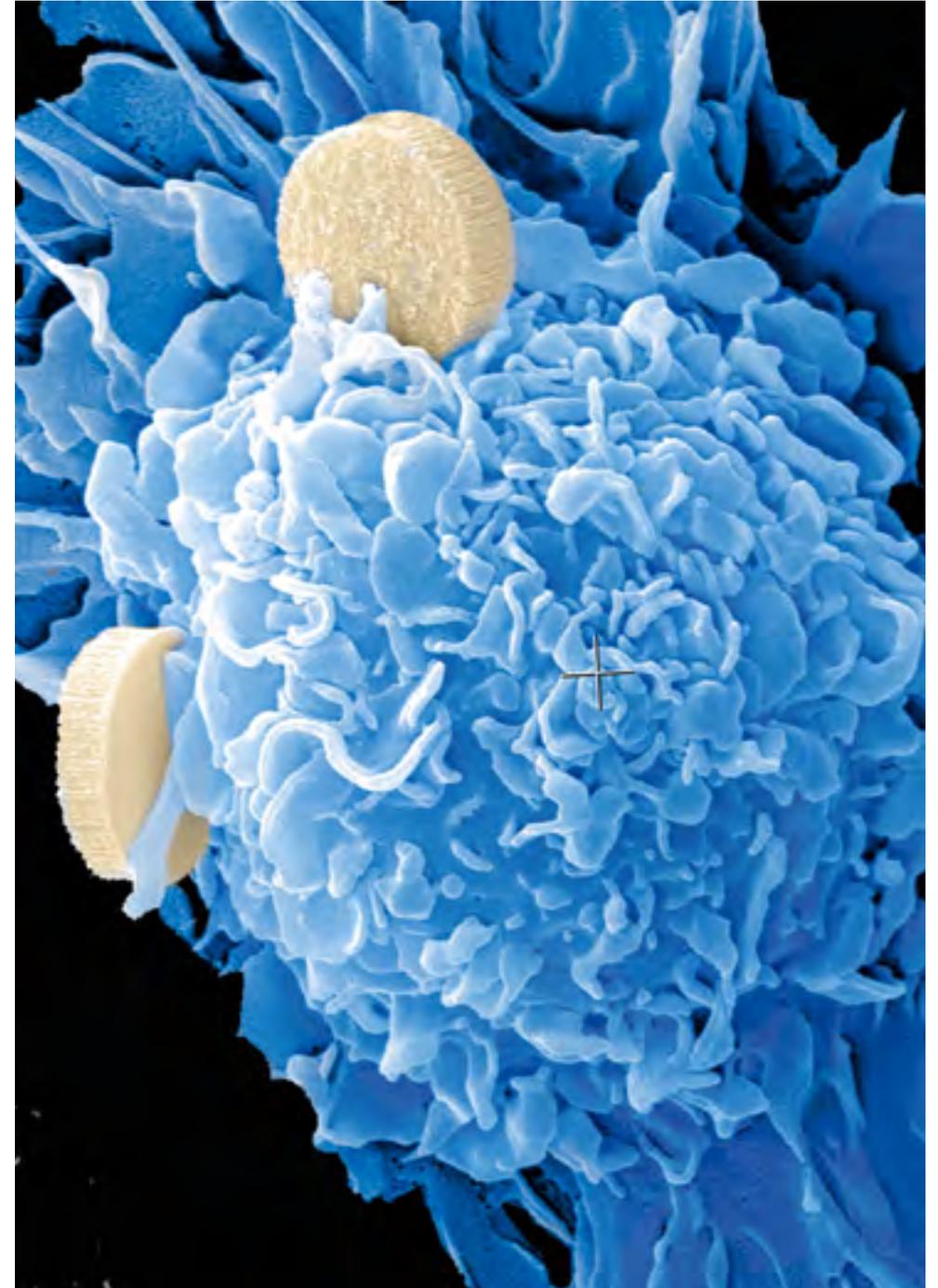
La inmunoterapia contra el cáncer fue elegida en 2013 como el avance científico más importante del año. Así, a lo bruto, superando al descubrimiento del origen de los rayos cósmicos. La idea era de todo menos nueva: tenía más de cien años, desde que el cirujano William Coley tratara el tumor de una paciente inyectándole una bacteria del género *Streptococo*. Pero había sufrido vaivenes y olvidos hasta que se mostró eficaz en cánceres como el melanoma y algunos de pulmón o riñón.

Los avances venían de unos anticuerpos que conseguían soltar los frenos de nuestro sistema de defensa, despertarlo y devolverlo a la acción contra el tumor. Nada tenían que ver con las vacunas que, a pesar de estar consideradas como la gran promesa, no habían conseguido más que algún triunfo menor. Ahora, sin embargo, las vacunas vuelven a la rampa de salida.

**DE FRACASO EN FRACASO** Una vacuna es un preparado que estimula

Estos son los protagonistas de las nuevas nanovacunas para la terapia del cáncer. En azul, las células dendríticas y en blanco, las nanovacunas, cargadas con moléculas inmunoestimulantes y antígenos tumorales. **IMAGEN** NCI

Solo una vacuna llegó a ser aprobada, pero quedó obsoleta, dejó de venderse y su empresa quebró



Las antiguas vacunas despertaban al sistema inmunitario, pero la respuesta era tan débil que no frenaba los tumores

Todo cambió gracias a la tecnología: ya se pueden secuenciar tumores y descubrir su rastro inconfundible de forma rápida y barata

al sistema inmunitario contra un enemigo escogido. La intuición lleva a pensar en la prevención de enfermedades infecciosas, pero el concepto es mucho más amplio. En el caso del cáncer, las vacunas que se buscan no son preventivas, sino terapéuticas –atacan a la enfermedad una vez que esta aparece– y el objetivo es el tumor.

Los ensayos con vacunas terapéuticas comenzaron en la década de los 80 y usaron diversas formas. Entrenaron en el laboratorio células de defensa que luego se introducían en los pacientes; se probó con fragmentos de proteínas tumorales e incluso con ADN que recogiera información de los tumores y permitiera a las defensas lanzarse contra ellos. Se ensayaron los más variados adyuvantes, sustancias acompañantes que estimulan al sistema inmunitario para lograr una respuesta mayor.

Los resultados siempre decepcionaban. La respuesta generada no conseguía mejorar el pronóstico de los pacientes. Solo una vacuna llegó a ser aprobada por la agencia reguladora de fármacos de Estados Unidos (FDA). Se llamó Sipuleucel-T y aumentaba en unos pocos meses la esperanza de vida de algunos enfermos con cáncer de próstata.

Pero no solo ya no se vende, sino que su empresa quebró. Resultaba muy cara y era muy compleja de preparar. «Además, aparecieron nuevos tratamientos más sencillos e igual o más eficaces que ella», explica a Sinc Ignacio Melero, miembro sénior del Centro de Investigación Médica Aplicada (CIMA), Catedrático de Inmunología y codirector del Departamento de Inmunología e

Inmunoterapia en la Clínica Universitaria de Navarra.

Ni siquiera la vacuna cubana contra el cáncer de pulmón –que ya es motivo de peregrinaje para pacientes norteamericanos– ha sido aprobada por la FDA. A falta de nuevos ensayos clínicos, los ya completados ofrecen unos resultados muy modestos y poco concluyentes. ¿Qué estaba fallando?

**EN BUSCA DE LAS HUELLAS QUE DELATAN AL TUMOR** Los tumores dan la engañosa impresión de funcionar como organismos inteligentes. Sus células se dividen tanto y tan rápidamente que se aprovechan de una evolución acelerada. Su vertiginosa selección natural en vivo y en directo les permite encontrar rebuscados mecanismos de supervivencia.

Algunos de esos mecanismos esquivan a nuestro sistema de defensa creando un entorno que lo debilita. Incluso logran que las defensas pierdan la pista de unas señales deladoras que producen los tumores: los antígenos. Esos fragmentos de proteínas los dejan en evidencia como células extrañas frente a las sanas con las que convivimos.

Las vacunas no parecían capaces de vencer a toda esa artillería. Despertaban y dirigían al sistema inmunitario contra el tumor, pero la respuesta era tan escasa que no modificaba el curso de la enfermedad. Para aumentarla, había dos vías: perfeccionar los antígenos diana y los adyuvantes que los acompañaran.

«Las primeras vacunas usaban antígenos compartidos por los tumores de muchos pacientes», explica Melero. Esto podía verse como una ventaja, ya que permitiría tratar a muchos enfermos



con un preparado similar. Pero partía de una debilidad: no había donde elegir. Esos antígenos podían no ser los que más activaran a las defensas, por no decir que solían estar presentes en los tejidos normales. «Eso hace que el organismo haya desarrollado cierta tolerancia y que la respuesta frente a ellos sea débil», añade Melero.

Hace unos años todo cambió. La tecnología multiplicó el catálogo con la posibilidad de secuenciar genomas de forma masiva, rápida y a un precio razonable. Ya no hay que limitarse a un comodín dudoso. Ahora se pueden secuenciar tanto el tumor como las células sanas para identificar los neoantígenos del cáncer, que se

forman en el tumor y no se encuentran en el tejido normal. No solo eso. También se analiza un conjunto de proteínas, el CMH, que sirve a las células como escapate y muestra a las defensas los fragmentos extraños.

Con toda esa información se genera un listado de candidatos potencialmente mucho más efectivos que los usados con anterioridad. El proceso no está exento de error. De hecho, ya se celebran concursos de algoritmos informáticos para dilucidar cuál es el más fiable. Los listados tienen otra ventaja: «Permiten vacunar frente a varios antígenos en vez de a uno solo, lo que minimiza la probabilidad de que el tumor escape», añade Melero.

En esta foto, tomada en 1993, un científico preparaba una posible vacuna basada en un virus al que inoculaba genes de un marcador tumoral. El objetivo era estimular al sistema inmunitario para que pudiera reconocer y exterminar el cáncer. IMAGEN NCI

Aparte de la teoría, había indicios de que la nueva estrategia podría funcionar, y curiosamente venían de los ensayos con anticuerpos que liberan los frenos. Los pacientes que más se beneficiaban eran aquellos en los que se producía una mayor reacción contra neoantígenos. La esperanza parecía fundada.

Ahora faltaba determinar la mejor forma de preparar la vacuna y comenzar a ensayarla. Esos pasos ya están en marcha.

**VACUNAS UNIVERSALES... O TODO LO CONTRARIO** «Si tengo que apostar por alguna forma, lo haría por dos: el uso de péptidos (fragmentos de proteínas) largos sintéticos y por las vacunas de ARN», vaticina Melero.

Para Sebastian Kreiter, investigador en el Centro de Oncología Traslacional de la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia (Alemania), son estas últimas las más prometedoras. «Obviamente, mi opinión está sesgada», comenta a Sinc, «porque soy vicepresidente en la compañía BioNTech, que se dedica al diseño de estas vacunas, y llevo quince años desarrollándolas». Entre sus ventajas, Kreiter señala su estabilidad, flexibilidad y seguridad. Un artículo reciente en la revista *Nature* en el que él mismo participó las ha puesto en el candelero.

Los investigadores diseñaron nanopartículas que contenían ARN de diversos antígenos tumorales y consiguieron que, al inyectarlas en la sangre, fueran captadas con facilidad por las células dendríticas que estimulan la defensa.

El ARN contiene la información para que la célula genere por sí misma los antígenos. Pero eso

es solo un primer paso. Lo fundamental es que él sirve como adyuvante: «Las células dendríticas lo interpretan como si fuera ARN viral», señala Melero. La respuesta es mucho mayor que con las preparaciones antiguas.

La fórmula se ha empezado a probar en ensayos clínicos. Los resultados son limitados, pero no frenan la esperanza. La vacuna, compuesta por cuatro antígenos, provocó una fuerte respuesta inmunitaria en los tres pacientes con melanoma en que se aplicó, y los tres mostraron signos de regresión o estabilización de la enfermedad. Eso, a pesar de usar dosis pequeñas y ni siquiera incorporar neoantígenos, ya que se trataba «de una prueba de concepto», explica Melero. «Como son dos conceptos muy innovadores, decidimos probarlos por separado antes de juntarlos», completa Kreiter, quien no desdénia la opción de combinarlos con otro tipo de antígenos.

En 2016, se anunció una nueva vacuna que frenó el avance del cáncer en los tres pacientes con melanoma que la probaron

En el futuro, seguramente se pruebe la estrategia completa: vacunas de ARN con neoantígenos de cada paciente que llevarían a la auténtica medicina personalizada uno o varios pasos más allá de la actual. Ahora existen tratamientos dirigidos a una mutación particular compartida por muchos pacientes. Las nuevas vacunas prometen dirigirse a una firma individual y exclusiva. «Por lo que estamos viendo, apenas hay neoantígenos que se compartan entre pacientes», comenta Melero.

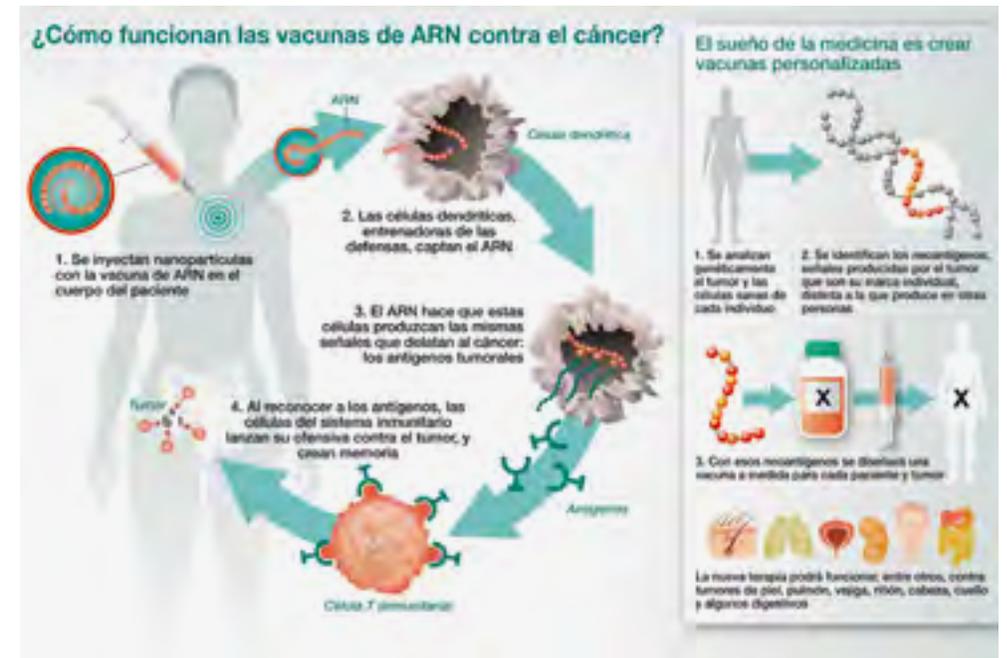
En la oportunidad está también la penitencia. Algunos medios

anunciaron el trabajo como una posible vacuna universal contra el cáncer y Kreiter señala que lo es porque «se pueden generar respuestas frente a cualquier tipo de antígeno». Pero en realidad supone todo lo contrario. Es una plataforma potencialmente universal porque el ARN es muy fácil de sintetizar, pero la exclusividad obligaría a fabricar un fármaco nuevo para cada paciente, estrenar una terapia en cada tratamiento, «y al mismo tiempo cumplir todos los criterios de calidad exigidos», apunta Melero.

«Sumando todos los pasos, creo que el coste podría reducirse a unos 5.000 o 6.000 euros, pero habría que añadir los gastos de amortización empresarial, que son difíciles de calcular», comenta el inmunólogo. En cuanto al tiempo de fabricación, «estaría en unos dos meses y medio o tres, lo cual podría suponer un problema para algunos pacientes en fases avanzadas, debido al plazo esperable de supervivencia en condiciones de recibir la vacuna».

**COMBINAR TRATAMIENTOS PARA ACORRALAR AL TUMOR** «La inmunoterapia es una ola enorme que en este momento estamos tratando de surfear», dice Melero. En el campo de las vacunas hay más de 300 ensayos clínicos en marcha, aunque de momento solo unos pocos son con neoantígenos.

En el futuro, la opción más probable parece la combinación de distintos tipos de inmunoterapias, pero también otros tratamientos como la quimioterapia. Paradójicamente, aunque esta debilita el sistema inmunitario, «a bajas dosis puede actuar primero contra linfocitos reguladores que frenan a las defensas»,



por lo que podría realzar la eficacia de las vacunas.

«Una forma de ver la inmunoterapia del futuro –describe Melero– es como un coche: primero debemos arrancarlo con las vacunas, luego soltar los frenos con anticuerpos, después acelerarlo con moléculas estimuladoras y trabajar en la carretera, que es el entorno que el cáncer crea alrededor».

La lista de los tumores que podrían ser más sensibles es amplia: «Seguramente melanoma, junto con los carcinomas de pulmón, vejiga, riñón, cabeza y cuello y algunos digestivos», aventura Melero. «Pero ningún tipo se puede descartar. No van a funcionar en todos, pero casi cualquier tumor tiene algún antígeno que puede ser reconocido».

El tiempo y el trabajo lo dirán. Primero deberá vencerse un obstáculo. Por criterios éticos, los ensayos en cáncer deben iniciarse en pacientes en la etapa final, cuando ningún tratamiento aprobado se les puede ofrecer. Pero en esa fase los tumores son mayores, las defensas están más debilitadas y las vacunas encuentran más difícil actuar. «Tenemos muchos ensayos clínicos por delante. Necesitamos medicina basada en la evidencia porque la única forma de ver el alcance real de estas terapias es probarlas en los pacientes», afirma Melero.

Como tantas veces que se piensa sobre la ciencia en casi riguroso directo, no se sabe bien hasta dónde llegará. Lo que sí parece es que una puerta se ha reabierto. Una que parecía casi cerrada.

De las nuevas vacunas experimentales que atacan el cáncer, la más prometedora es la de ARN. IMAGEN J. A. Peñas, Sinc

«Tenemos muchos ensayos clínicos por delante para evaluar el alcance de esta terapia en los pacientes», afirma Melero

A los doce años aprendió Programación y pocos años después, diseñó un *software* que reconoce el cáncer de mama. La programadora **Brittany Wenger** (EE UU, 1994) ha sido elegida por la revista *Time* como una de las personas menores de 30 años que harán historia.

PATRICIA LUNA | 10 FEBRERO



Brittany Wenger, durante la entrevista con Patricia Luna en Santiago de Chile. IMAGEN Sinc

## Esta es una de las mujeres que cambiarán el mundo con código

Brittany Wenger está acostumbrada a ser la ponente más joven de los congresos. En 2012, fue una de las ganadoras del Premio Science Fair de Google, un reconocimiento a su trabajo de estudiante que transformó su mundo por completo.

Un día en clase encontró su pasión en la vida: la inteligencia

artificial, la ciencia y su capacidad ilimitada de plantear nuevas preguntas. Tenía doce años. Compró un libro y se puso a estudiar programación.

«Mi primer programa utilizaba la inteligencia artificial para aprender a jugar al fútbol. Al principio era un desastre, los jugadores no aprendían. Con el tiempo,

el *software* fue mejorando y ganaba el 95% de los partidos. Me enganché a este tipo de tecnología», explica a toda la velocidad.

«Cuando cumplí 15 años mi prima fue diagnosticada de cáncer de mama y pude ver cuánto impacta esta enfermedad en la vida de una mujer y su familia. Eso me motivó a centrar mis

esfuerzos en ayudar a su detección temprana».

**DEL FÚTBOL A LA BIOLOGÍA DEL CÁNCER** Así nació Cloud4cancer, una tecnología en la nube que ayuda a diagnosticar el cáncer de mama a partir de una punción de aspiración con aguja fina. Este tipo de biopsia es la más rápida, barata y menos invasiva que existe para detectar la presencia de células malignas, y la que lleva a un diagnóstico más temprano. Pero un tejido puede mostrar a la vez atributos de tumores malignos o benignos, por lo que muchos médicos descartan su uso.

Wenger creó un programa que, aplicando inteligencia artificial basada en redes neuronales, responde a una pregunta: ¿esta masa de tejidos es benigna o maligna? El ordenador aprende a reconocer patrones por sí mismo.

En 2012 llegó el premio. «El *Google Science Fair* cambió mi vida. Con 17 años empecé a conocer a prestigiosos científicos dispuestos a pensar en mi investigación. Incluso pude reunirme con el presidente Barack Obama en tres ocasiones, fue increíble», continúa Wenger, actualmente estudiante de la Universidad de Duke.

**TRES INTENTOS, MUCHOS ERRORES Y UN GRAN ÉXITO** El desarrollo de su *software* no fue un camino de rosas. «Lo mejor de hacer ciencia con quince años es que nunca le di importancia a los fracasos. Yo me decía ‘esto es ciencia, aprendes de los errores’. Era solo una estudiante de secundaria, estaba aprendiendo y disfrutando el proceso», cuenta.

Un proceso lleno de frustraciones y cambios de dirección, en el que Wenger recuerda tres

grandes intentos. «En mi primera prueba programé todo y pensé que luego arreglaría los detalles. Pero resultó haber miles de errores, muchos más de lo que podía arreglar».

Y llegó el segundo intento: «Investigué y tuve uno de esos momentos ‘eureka’, pero cuando puse a funcionar el programa, era aún peor que la primera vez. Solo tenía un 42% de aciertos. A medida que aprendía, empeoraba», recuerda.

Pero el tercer asalto sí tuvo éxito. «Hice 7,6 millones de test con distintas muestras para que el programa aprendiera, hasta que fue capaz de detectar el cáncer con un 99% de fiabilidad», señala.

Cloud4cancer está disponible en la nube para los hospitales que quieran utilizarlo en cualquier lugar del mundo y puede convertirse en una *app* adaptada a todo tipo de soportes. Además de cáncer de mama, tiene aplicaciones en leucemia y gripe.

**MUJERES: ¡ESCRIBID CÓDIGO!** Aquel premio le ha ayudado en otra faceta esencial de su vida: incentivar a otras niñas y adolescentes para que pierdan el miedo a la programación.

«Con catorce años participé en una feria de ciencia internacional y de 110 proyectos solo diez estaban presentados por mujeres», lamenta. Y continúa: «Existe el prejuicio de que la programación no es una actividad creativa, que no es para chicas».

Por esa razón, es una de las mentoras de *Made With Code*, una iniciativa de Google para animar a que las chicas estudien programación. «Programar es un superpoder. Se puede aplicar a tantas disciplinas que animo a cualquier chica a intentarlo», explica.

«Lo mejor de hacer ciencia con quince años es que nunca me importaron los fracasos, estaba aprendiendo»

«Mi primer programa servía para jugar al fútbol. Cuando tenía 15 años mi prima sufrió un cáncer de mama y decidí ayudar a detectarlo»

«Programar es un superpoder. Se puede aplicar a tantas disciplinas que animo a cualquier chica a intentarlo»

NUEVAS HEROÍNAS: OFFRED, REY, IMPERATOR FURIOSA...

# Ellas rompen moldes en la ciencia ficción

BEATRIZ DE VERA | 11 FEBRERO

Tanto en la literatura como en el cine, el feminismo ha encontrado en la ciencia ficción un espacio perfecto donde superar los roles clásicos y crear personajes femeninos complejos: mujeres activas y conscientes, heroínas que cambian el mundo y son imperfectas. El subgénero se ha enriquecido desde que ellas también son sus creadoras, consumidoras y protagonistas.

En la barra de un bar del oeste americano, un feligrés ebrio recita mecánicamente «una rosa es una rosa es una rosa...». Los espectadores de la serie de HBO *Westworld* saben que es un robot. Al otro lado de la barra, el camarero, creador de este androide hiperrealista, explica que no ha podido resistirse a añadir a su código de identidad el gusto por los versos de Gertrude Stein, activista y poeta feminista.

El robot forma parte de una suerte de parque de atracciones cuyos visitantes dan rienda suelta a sus instintos más violentos: vestidos de época, pagan por pelearse,

matar o violar a máquinas con apariencia humana y cada vez más conscientes de sí mismas.

Los versos de Stein destacan en una ficción cuya protagonista pone en evidencia cómo la opresión acaba recayendo sobre el género femenino. Esta denuncia es uno de los pilares de la ciencia ficción feminista.

«El elemento común de este tipo de literatura es la intención de subvertir los estereotipos», cuenta a Sinc Lola Robles, filóloga y escritora del libro *En regiones extrañas: un mapa de la ciencia ficción, lo fantástico y lo maravilloso*.

El feminismo ha encontrado en este subgénero un espacio perfecto para desarrollarse: «La ciencia ficción (...) proporciona la oportunidad de imaginar a la mujer fuera de una cultura patriarcal, lo que permite cuestionar sus componentes», explican en su ensayo *Desde las fronteras de la mente femenina* la escritora Jen Green y la profesora Sarah Lefanu.

**PODER, SEXO Y DESASTRES AMBIENTALES**  
Sus temas centrales son las identidades de género, las relaciones de poder y los lazos humanos. «En muchas de estas obras,



Fotograma de la serie 'El cuento de la criada' (2017), basada en el libro de Margaret Atwood, una de las obras de ciencia ficción feminista más influyentes. IMAGEN HBO

La ciencia ficción permite imaginar a la mujer fuera de una cultura patriarcal y cuestionar sus bases

la violencia y la esclavitud sexual dominan las relaciones. Hay cientos de ejemplos. Uno reciente es el libro *Por último, el corazón*, de Margaret Atwood, que cuenta la historia de una pareja que, para sobrevivir, acepta formar parte de un proyecto en el que deben vivir en prisión fabricando muñecas sexuales», afirma Alba Varela Las Heras, del colectivo Librería de Mujeres (Madrid).

Precisamente de Atwood es *El cuento de la criada* (1985), una distopía en la que los desastres medioambientales han dejado infértiles a las mujeres burguesas, por lo que las criadas son esclavas

sexuales y reproductivas. La protagonista, Offred (cuyo nombre significa en inglés «que pertenece a Fred»), narra cómo tienen prohibido hablar, leer o realizar cualquier otra actividad que las humanice.

El auge de las escritoras de ciencia ficción tuvo lugar durante la segunda ola del feminismo, en los 60 y los 70, con una literatura que amplió su vocación tecnológica para ocuparse de asuntos sociales y especulaciones sobre el futuro. En esta época se rescataron obras escritas a principios del siglo xx que son precursoras de este subgénero.

Rey, la heroína de 'El despertar de la fuerza' interpretada por Daisy Ridley, no depende de ningún hombre para definirse. Es autosuficiente. **IMAGEN** Disney / Lucasfilm

Los nuevos personajes son mujeres fuertes, activas y conscientes, que sirven de motor de cambio de la sociedad por sí solas

En 'El cuento de la criada' de Atwood las burguesas son infértiles y las criadas, esclavas reproductivas

El auge de las autoras de ciencia ficción tuvo lugar en los 60 y 70, con una literatura que empezó a especular con fantasías sociales

**MUJERES QUE PONEN EL MUNDO AL REVÉS** Uno de estos libros es *Dellas, un mundo femenino*, escrito por Charlotte Perkins Gilman en 1915, que cuenta la historia de un país donde no hay hombres y las mujeres tienen hijos por partogénesis, sin fecundación. A este país llega una expedición de tres hombres que se enfrentan a una sociedad incomprensible a sus ojos. Casi un siglo antes del libro de Perkins, en 1818, nacia la que muchos consideran la primera novela de ciencia ficción: *Frankenstein o el moderno Prometeo*. Aunque no pretende ser ninguna crítica a los roles de género, está escrita por una mujer, Mary Shelley.

También en el cine una mujer fue pionera: el guión de *Metropolis* (1927), la película muda dirigida por Fritz Lang, lo escribió su mujer, Thea Von Harbou. En este caso, la dicotomía del estereotipo femenino es evidente: por un lado, María la virgen, la muchacha dulce que predica los buenos sentimientos y el amor; y, por el otro, el robot, su doble y su antítesis, una prostituta fría, destructora, despiadada.

Ya en la década de los 70, una de las autoras que más destacó fue Ursula K. Le Guin, una de las dos únicas mujeres, junto a Andre Norton, galardonadas con el título de Gran Maestro de la Asociación de Escritores de Ciencia Ficción de EE UU desde el año 1974.

Hay más escritoras: Joanna Russ, con su novela sobre los roles de género *El hombre hembra*; Marge Piercy, autora de *Él, Ella y Eso*; y Nalo Hopkinson, con *Ladrón de Medianoche*. En el panorama español, Robles destaca la novela *Consecuencias naturales* de Elia Barceló, una de las cinco

únicas mujeres que han ganado el Premio Ignotus de Relato Fantástico de la Asociación Española de Fantasía y Ciencia Ficción desde 1991; así como *Planeta hembra*, de Gabriela Bustelo.

**PROTAGONISTAS Y PREMIADAS** Para la experta, las nuevas autoras como María Angulo, Sofía Rhei o Susana Vallejo, que aparecen en las antologías de 2014 y 2016 *Alucinadas*, ya tienen interiorizado el feminismo. «No solo por lo que escriben, sino por lo que muestran de sí mismas en las redes sociales. Ahora mismo, es imposible disociar a una autora de su perfil en internet».

Hoy las mujeres se reivindican como autoras y cobran visibilidad. En 2016, en la 74ª edición de los Premios Hugo –los decanos de la ciencia ficción en EE UU–, las más premiadas resultaron ellas; la novela ganadora fue *La quinta estación*, de N.K. Jemisin. Pero en el pasado no solo han estado infrarrepresentadas en los certámenes, sino que muchas de ellas no han podido firmar con su nombre. Conocido es el caso de James Tiptree, que en realidad se llamaba Alice Sheldon, cuya obra es de las más galardonadas del género.

Los personajes femeninos clásicos de ficción acompañan al protagonista. Representan la pureza, la ingenuidad y la generosidad. O bien, tras permitirse algún arranque de rebeldía, vuelven a su rol de esposa y madre. «Lo más importante de los personajes de la ciencia ficción feminista es que las mujeres son fuertes, activas, conscientes y sirven de motor de cambio de la sociedad por sí solas. Son heroínas, pero no son perfectas. No



son personajes idealizados, sino complejos», cuenta Lola Robles.

En los últimos tiempos, sobre todo en el cine, se han perfilado nuevos referentes. Uno ha sido *La llegada* (2016), una película que, sin mucho espectáculo visual, cuenta una visita de alienígenas a la Tierra. La misión de una de las mejores lingüistas del mundo es averiguar si vienen o no en son de paz. El personaje, fuerte y complejo, tiene en su mano el poder de cambiar la situación.

Con una apariencia más combativa destacan Imperator Furiosa, la imponente heroína de las nuevas películas de la saga apocalíptica

*Mad Max* (2015), y Rey, la protagonista de la nueva entrega de *La guerra de las galaxias: el despertar de la fuerza*. En contraposición a la princesa Leia de las sagas anteriores, esta joven es autosuficiente y no se define por ningún personaje masculino.

Las nuevas heroínas responden al rol que reivindicaba Russ en *El hombre hembra*: «Luchamos por abrirnos paso a través de un entorno masculino refractario; nos arrancan el alma con tal fuerza que ni siquiera sangramos. Recuerda: no quería y no quiero ser una versión femenina, ni una versión diluida, ni una versión

especial, ni una versión secundaria, ni una versión auxiliar, ni una versión adaptada de los héroes a quienes admiro. Quiero ser el propio héroe».

En una época en la que aún hay que recordar que el feminismo es un movimiento que lucha por la igualdad y que el hombre sigue disfrutando de más privilegios que la mujer, Varela concluye: «La ciencia ficción feminista no muestra el escenario que podríamos conseguir gracias a políticas de igualdad, sino que dibuja, a modo de advertencia, el mundo que nos tocará vivir si ignoramos el feminismo».

En 2011 **Hasier Larrea** llegó al Instituto Tecnológico de Massachusetts con un pensamiento en la cabeza: cada vez vivimos en pisos más pequeños. Sus diseños son «muebles con superpoderes», como él los llama, que cambian con un solo gesto.

FEDERICO KUKSO | 13 FEBRERO 2017



El diseñador de arquitectura robótica del MIT Hasier Larrea, en Cambridge. IMAGEN Sinc

## El ingeniero vasco que triplicará los metros cuadrados de tu apartamento

Hasier Larrea está en guerra con el espacio. No con el cosmos, sino con el desperdicio de valiosos metros cuadrados en los cada vez más reducidos apartamentos de las ciudades.

«Vivimos en lugares cada vez más pequeños –dice este ingeniero industrial donostiarra–. La población crece año tras año. En la

próxima década, 600 millones de personas se mudarán a ciudades en China e India. Y el coste del metro cuadrado no deja de aumentar».

Por primera vez en la historia, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. Y, según las Naciones Unidas, para 2050 un 70% de la población habitará en ciudades. Ante este

panorama, muchos arquitectos imaginan edificios más hacinados y menos confortables.

Hasier Larrea no lo ve así. Para este joven investigador de 28 años del Media Lab del MIT, «los arquitectos vienen haciendo lo mismo desde hace mucho tiempo: los espacios donde vivimos y trabajamos son diseñados a partir de

lo que hacemos en ellos. En el dormitorio dormimos. En la cocina cocinamos», cuenta a Sinc en las blancas oficinas de la empresa Ori Systems en Cambridge, Estados Unidos.

«Necesitamos repensar la manera en que diseñamos los espacios en los que vivimos y cómo nos relacionamos con ellos. Es el espacio el que tiene que adaptarse a nosotros, no nosotros a él», sostiene.

**ORIGAMI URBANO** En su investigación en el grupo Changing Places del MediaLab, Larrea se dio cuenta de que no necesitamos tanto espacio como creemos. Ya lo tenemos. Solo que está ocupado por objetos –camas, mesas, sofás–.

«Los espacios urbanos son muy valiosos para que permanezcan estáticos», dice Larrea, elegido por la revista *Forbes* como uno de los 30 ingenieros de menos de 30 años que están reinventando la industria.

Según él, la única manera de hacer que un espacio parezca dos o tres veces más grande es a través de la robótica. «Conseguiremos que se conviertan en espacios dinámicos e inteligentes. A este nuevo paradigma lo llamamos arquitectura robótica».

Junto a su equipo de ingenieros y con la ayuda del diseñador suizo Yves Béhar, del estudio Fuseproject, Larrea desarrolló Ori (del japonés, 'plegar', como origami), un sistema que permite que muebles, gabinetes y paredes se vuelvan móviles, que cambien de forma dependiendo de las necesidades y actividades del usuario.

Arquitectos y diseñadores de interiores han experimentado durante años con los espacios reconfigurables. El problema es

que plegar camas y mesas suele ser muy trabajoso.

«La transformación debe ser sin esfuerzo, mágica. Lo pensé al principio como muebles con 'superpoderes'. Imaginemos poder mover con un gesto camas, armarios, paredes...».

Así, con solo presionar un botón, un dormitorio se transforma en una sala o en una oficina. Con un gesto, la cama se desliza bajo un módulo dejando espacio para la sala de estar. Gracias a sensores, actuadores, electrónica y *software*, un microestudio puede parecer hasta tres veces más grande.

«No nos costará adaptarnos porque la arquitectura robótica ya está en nuestras casas –señala Larrea–. La puerta del garaje es el gran ejemplo de este cambio de paradigma».

**APARTAMENTOS PROGRAMABLES** Sus impulsores imaginan ya entornos capaces de comprender nuestras emociones y reaccionar frente a ellas. Junto al 'internet de las cosas', este sistema podría hacer que el termostato se encienda antes de llegar a casa o que sus luces y fragancias se adapten a nuestras necesidades.

El equipo de Larrea ya cuenta con cuatro apartamentos con paredes robóticas en Boston. Los alquilan por Airbnb y ya están siendo habitados. El próximo paso es implementar nuevos sistemas en Seattle y Washington.

«Con estas tecnologías podremos programar nuestras casas de igual manera que hacemos con los ordenadores –señala Larrea–. En un futuro podremos descargar aplicaciones para nuestro hogar como lo hacemos hoy en nuestros teléfonos móviles».

«Es el espacio el que debe adaptarse a nosotros, no nosotros a él», sostiene Larrea

Larrea imaginó poder mover con un solo gesto camas, armarios, paredes... Son muebles con superpoderes

Los impulsores de la arquitectura robótica imaginan ya espacios capaces de comprender nuestras emociones y reaccionar frente a ellas

PUEDEN PROVOCAR BROTES DE SARAMPIÓN Y POLIO

# Los antivacunas infectan Twitter

PAZ GÓMEZ | 15 MARZO 2017

La red social del pajarito amplifica mensajes influyentes a favor de la vacunación infantil, como los de Bill Gates y Shakira; pero también se convierte en altavoz de las comunidades escépticas a la inmunización. Una investigación de centros españoles y británicos revela que, aunque los grupos que tuitean contra las vacunas son pocos y mal conectados, pueden hacer mucho daño.

No hay mejor campaña de salud pública que el apoyo de un *influencer* en Twitter. Un mensaje de Bill Gates o Shakira a favor de la vacunación infantil es retuiteado por miles de usuarios y puede crear conciencia en padres y madres que no estén bien informados sobre la necesidad de inmunizar a sus niños.

Pero este poder de movilización es un arma de doble filo: los antivacunas también poseen la capacidad de diseminar temores por las redes sociales hasta el punto de provocar brotes de sarampión, difteria o poliomelitis; enfermedades muy contagiosas

que ya estaban controladas gracias a medidas de profilaxis.

Es una de las conclusiones a las que han llegado David Camacho y Gema Bello-Orgaz, investigadores del grupo de Inteligencia Aplicada y Análisis de Datos de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), en colaboración con Julio Hernández-Castro, profesor de Seguridad Informática en la Universidad de Kent (Reino Unido), tras realizar un estudio para detectar comunidades antivacunas en Twitter.

La investigación, publicada en *Future Generation Computer Systems*, confirma que «los cinco

países donde hemos identificado que más se tuitea acerca de las vacunas, Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Canadá e Irlanda, han sufrido cambios notables en sus tasas de inmunización en los últimos diez años», apunta Camacho.

**PUBLICACIÓN FRAUDULENTO EN EL REINO UNIDO** Una epidemia de sarampión en Londres inspiró su trabajo. «Mi tesis doctoral se centra en los algoritmos de detección de comunidades y estábamos buscando un dominio de aplicación real –recuerda Bello-Orgaz–. Al irme de estancia a la Universidad



de Kent, el profesor Hernández-Castro, coautor de este artículo, nos contó que se estaban produciendo brotes de sarampión en el Reino Unido debido a que había niños sin vacunar. Empezamos a recoger datos y a hacer los primeros análisis del trabajo».

El detonante de este brote fue una falsa investigación publicada en 1998 sobre la vacuna triple vírica o MMR –que previene el sarampión, las paperas y la rubeola– donde se aseguraba que las inyecciones habían producido en doce niños síntomas intestinales, junto con autismo y otros trastornos. El estudio fue declarado fraudulento en 2011 por el *British Medical Journal*, sin embargo, el bulo que vinculaba el fármaco con autismo causó una disminución de las tasas de vacunación frente a esta enfermedad en el país: del 92% cayó hasta el 80%.

En 2015, en España, un niño de seis años murió en Olot (Cataluña) tras infectarse de difteria porque sus padres, mal aconsejados, se saltaron el calendario vacunal. Ante estas amenazas a la salud pública, diversos estudios han constatado que las comunidades antivacunas han encontrado en las nuevas tecnologías una vía para difundir su mensaje.

¿Pero cómo localizar a quienes influyen en la decisión de los padres entre los 400 millones de mensajes que se generan cada día en Twitter? La clave está en diseñar algoritmos de minería de datos capaces de detectar las comunidades más influyentes y, a su vez, poner cara a los creadores de opinión.

«Para medir la influencia social de Twitter en las tasas de vacunación hemos utilizado, por un lado, los mensajes que

Los antivacunas poseen la capacidad de diseminar temores por las redes sociales hasta el punto de provocar brotes de sarampión, difteria o poliomelitis. ILUSTRACIÓN Cinta Arribas

¿Cómo localizar a quienes influyen en las decisiones de los padres entre 400 millones de tuits diarios?

Con minería de datos se detectan los tuiteros más relevantes, que hacen o reciben más retuits; o los más influyentes, que conectan a más usuarios

EE UU concentra a la mayoría de los grupos que difunden opiniones negativas

Los antivacunas en Twitter son pocos y mal organizados

mencionaban las vacunas en Twitter entre el 15 de mayo y el 8 de noviembre de 2014 y, por otro, las tasas de vacunación de los últimos diez años publicadas por la web de la Organización Mundial de la Salud (OMS)», detalla Bello-Orgaz.

La hipótesis de los investigadores se basaba en que, si en un país el tema se ha hecho muy relevante, en los últimos años sus coberturas de inmunización habrán cambiado. A través de los tuits, calcularon un factor de relevancia por países y crearon otro para medir la variación de las tasas de vacunación en la última década.

«Analizamos si los dos factores estaban correlacionados para identificar la posible influencia de los mensajes en redes sociales sobre las decisiones de los usuarios a la hora de inmunizar a sus hijos», explica Bello-Orgaz.

Para buscar a los tuiteros más destacados que hablan sobre vacunación, recopilamos todos los tuits del estudio y analizamos las relaciones entre los usuarios mediante los retuits que se hacen entre ellos. «Con métricas que miden la conectividad de los usuarios, se puede saber cuáles son los más relevantes: los que hacen o reciben más retuits; o los más influyentes: los que conectan a más tuiteros y, por lo tanto, dejan fluir más información», aclara Camacho.

**POCOS, MAL CONECTADOS Y SIN MUCHOS SEGUIDORES FAMOSOS** Por suerte, los usuarios con más peso en la red social apoyan el movimiento de vacunación. Los grupos negativos tienen pocos miembros y no están bien conectados.

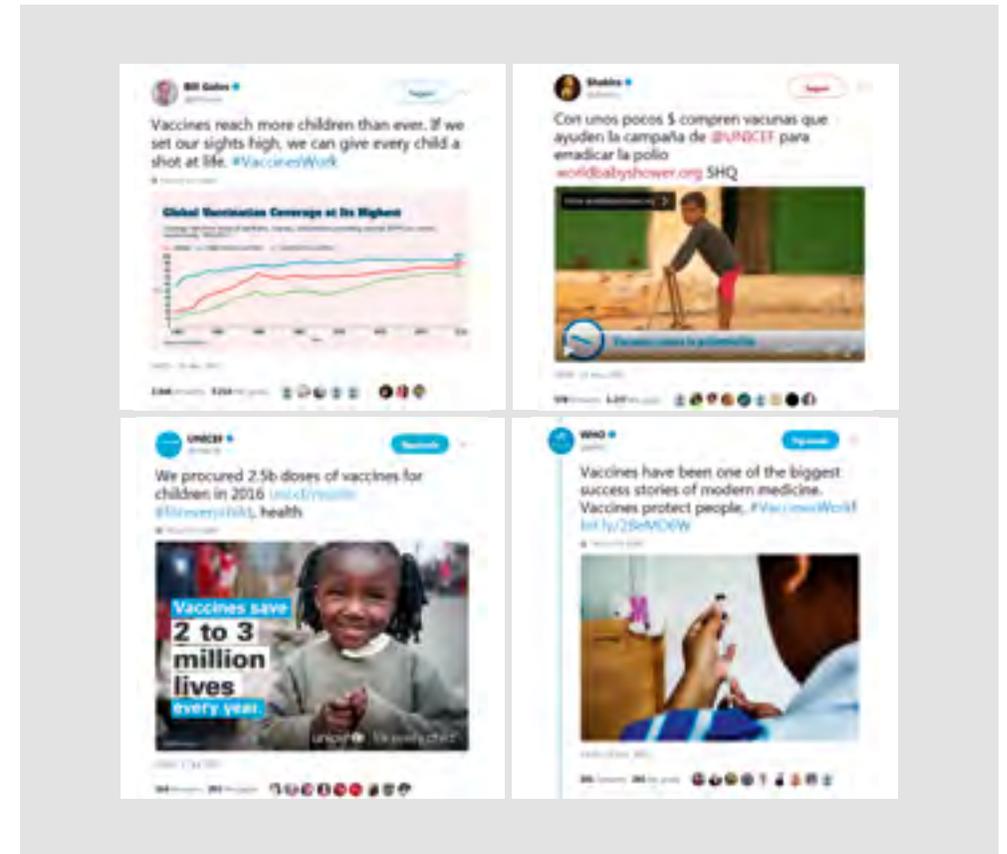
El equipo verde, como se denomina en el estudio a los *influencers* positivos, está encabezado por seguidores tan famosos como Bill Gates y Shakira, además de poderosos medios de comunicación: *The Washington Post*, CNN; organizaciones internacionales como la OMS y UNICEF; y referentes en salud como el doctor Michael Gibson, profesor de la Escuela de Salud Pública de Harvard y fundador de WikiDoc.org o la Academia Estadounidense de Pediatría.

En el equipo rojo solo destaca por el elevado volumen de retuits el movimiento The Vaccine Xchange, formado por padres y madres reacios a este tipo de profilaxis junto a auténticos activistas contrarios a las vacunas.

Su contrincante en el lado positivo es Vaccines Today, una plataforma *online* alimentada y tutelada por académicos en diferentes disciplinas, agrupaciones de pacientes y consultores industriales.

A pesar del peso que parece tener el movimiento anticientífico, este estudio muestra a través de una visualización geográfica que los países más sobresalientes en tuits sobre vacunas, como Irlanda, Reino Unido, Canadá y Australia, están llenos de comunidades positivas.

EE UU, el lugar donde más comentarios sobre este asunto se generan a diario, concentra a la mayoría de los grupos que difunden opiniones negativas. Y en lo que respecta a Europa, el bloque que muestra un interés moderado por las vacunas, como Francia, Holanda o Suecia, solo tiene comunidades proclives a la causa. En España destaca un grupo de opinión en Cataluña de inclinación también positiva.



**EMPLEAR INFLUENCERS PARA ABORTAR CONATOS** Aunque esta investigación revele que los antivacunas en Twitter son pocos y mal organizados, los repuntes de enfermedades que ya estaban controladas muestran el riesgo que implican sus opiniones corriendo por la red sin someterse a filtro científico alguno.

«Se podría desarrollar un sistema que recogiese constantemente información de las redes sociales, y con algoritmos de minería de datos detectara nuevos grupos antivacunación o cambios

en los ya existentes. Esta información sería muy útil para prevenir sus efectos», defiende Bello-Orgaz.

Es más, sugiere que «una primera acción para contrarrestar estos movimientos sería emplear a otros usuarios *influencers* que hicieran comentarios a favor. Y, además, se podrían localizar zonas donde mayoritariamente se originan y utilizar la información para adaptar las campañas de vacunación y que fueran más intensivas en esos puntos. Adelantarnos a problemas futuros».

Los usuarios más influyentes que hablan de vacunación en Twitter son Vaccines Today, UNICEF, la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés), Bill Gates y Shakira. **IMAGEN** Twitter

BACTERIAS PARA MEJORAR LA SALUD MENTAL

# Llegan los psicobióticos

LAURA CHAPARRO | 18 MARZO 2017

Tomas una píldora para aliviar la ansiedad. Lo que no te esperas es que su principio activo sea una bacteria que vaya directa a tu intestino y desde ahí avise al cerebro para calmar tus nervios. Es un psicobiótico. Investigaciones en modelos animales han demostrado el potencial de algunos microorganismos para tratar diferentes trastornos mentales, pero los científicos advierten que es un área de estudio muy incipiente, donde escasean los ensayos con humanos.

Estados Unidos y Europa han puesto en marcha sendos proyectos que darán sus frutos de aquí a una década. Los resultados alimentarán al mayor ejército desplegado jamás, que controla tu apetito, tu comportamiento e incluso tu salud mental. Hablamos de la microbiota que puebla tus tripas.

La flora o microbiota intestinal está formada por un numerosísimo conjunto de microorganismos que habitan en el intestino. Su cifra es similar al número de células del cuerpo humano, es decir, entre 10.000.000.000.000 y 100.000.000.000.000, algo que

contrasta con su escasa masa, de unos 200 gramos en total.

En su mayor parte, la microbiota está compuesta por bacterias, aunque también por virus, hongos y protozoos, y su relación con nosotros es de beneficio mutuo: les damos alojamiento y alimento y realizan un sinnúmero de tareas beneficiosas para nuestra salud.

«El concepto del eje intestino-cerebro data de los siglos XIX y XX», explica a Sinc Guillermo Álvarez Calatayud, presidente de la Sociedad Española de Probióticos y Prebióticos (SEPyP). «Con el reciente conocimiento de la importancia que posee la

microbiota en la promoción de la salud, el eje se amplía a microbiota-intestino-cerebro», añade.

Las mariposas que sientes en el estómago cuando te enamoras y esos inoportunos retortijones antes de un examen son dos ejemplos de la conexión que existe entre el sistema gastrointestinal y la mente.

«Que el cerebro conecte con el intestino a través de corticoides –un tipo de hormonas– no es nuevo, pero que la conexión sea a la inversa, desde el intestino y su microbiota hasta el cerebro, es algo mucho menos conocido y un campo de estudio muy



Un estudio reciente en pacientes con depresión mostró que el consumo de lactobacilos (en la foto) y bifidobacterias se relacionaba con una mejora de los síntomas. IMAGEN Fotolia

## Los menores y los ancianos son las personas a las que más influirían este tipo de sustancias

amplio que recorrer», mantiene Carmen Peláez, jefa del grupo Biología Funcional de Bacterias Lácticas del Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación CIAL-CSIC (Madrid).

**ALGO MÁS QUE PROBIÓTICOS Y PREBIÓTICOS** Ningún ejército es indestructible, ni siquiera el bacteriano. Diversos trabajos han demostrado que, cuando las bacterias intestinales están en horas bajas –por ejemplo, debido a una infección– pueden recuperarse con el apoyo de elementos que ingerimos: los probióticos y los prebióticos.

«Los probióticos son microorganismos vivos que consumidos en cantidades adecuadas producen un beneficio en el consumidor», señala a Sinc Francisco Guarner, investigador jefe del área de Microbiota Intestinal y Probióticos del Hospital Vall d'Hebron (Barcelona).

Suelen ser bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* y pueden tomarse en cápsulas o sobres (de venta en farmacias) o ir incluidos en determinados alimentos que se encuentran en los supermercados.

En cambio, los prebióticos son alimentos que no nos nutren

Las mariposas en el estómago y los retortijones de los nervios son ejemplos de la conexión entre el sistema gastrointestinal y la mente

Los psicobióticos son bacterias que cuando se ingieren en cantidades adecuadas mejoran la salud mental

Si se aprueba su comercialización, el peligro es que no se les aplique la estricta regulación de los demás fármacos

directamente a nosotros, sino a las bacterias y otros microorganismos que viven en nuestros intestinos y nos provocan un efecto positivo. Un ejemplo de prebióticos son algunos tipos de fibra.

En 2013 Ted Dinan, catedrático de Psiquiatría de la Universidad de Cork (Irlanda), introdujo un nuevo concepto: los psicobióticos. «Son bacterias que cuando se ingieren en cantidades adecuadas mejoran la salud mental», explica a Sinc el padre del término.

El principal problema de esta nueva expresión es que se apoya, sobre todo, en estudios realizados *in vitro* y en animales, por lo que los científicos muestran cautela a la hora de valorar cualquier resultado que pueda parecer prometedor.

«Los datos que se poseen hasta el momento sobre psicobióticos se basan en estudios preclínicos con ratones y aún se desconoce mucho sobre los mecanismos de acción», matiza Peláez. En su opinión, es necesario profundizar en estos estudios y asegurarse de la eficacia y seguridad de uso antes de realizar ensayos clínicos con fines terapéuticos.

**POCA INVESTIGACIÓN EN HUMANOS** La comunidad científica reconoce el término de psicobiótico, pero lo limita a aquel probiótico con posibles efectos positivos en personas con patologías psiquiátricas. La depresión, la ansiedad y el síndrome del espectro autista son las tres enfermedades que, *a priori*, se podrían beneficiar más de los avances en este nuevo campo de estudio.

«Se ha demostrado que algunas bacterias intestinales de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* segregan o modulan

sustancias neurotransmisoras como GABA, acetilcolina o serotonina, implicadas en la regulación de muchos procesos fisiológicos y neurológicos cuya disfunción se relaciona con ansiedad o depresión», afirma Peláez.

En una reciente revisión de artículos sobre el potencial de los psicobióticos en la salud mental, los investigadores analizaron diez estudios, los únicos que cumplían los siguientes requisitos: que se realizaron en humanos, con sistema de doble ciego, asignación aleatoria y donde se comparaban los efectos de psicobióticos y placebos en síntomas de trastornos psiquiátricos.

Según cuenta a Sinc una de sus autoras, Amy Romijn, la conclusión no fue muy esperanzadora. «En nuestra revisión sistemática no hemos encontrado pruebas concluyentes de probióticos que tengan una serie de efectos psicológicos. Los estudios que existían hasta que publicamos nuestro trabajo –en septiembre de 2015– resultaron ser de una calidad variable, por lo que hacen falta nuevas investigaciones», recalca Romijn, que es investigadora de la Universidad de Gales del Sur (Reino Unido).

Uno de los estudios ha analizado el impacto de ciertos probióticos en personas con depresión. Los científicos proporcionaron placebo y bacterias a dos grupos de veinte pacientes durante ocho semanas, de forma que cada grupo ingirió una de las dos sustancias. Quienes consumieron las bacterias obtuvieron mejores puntuaciones en un cuestionario que mide el grado de la depresión.

«Los resultados demuestran efectos beneficiosos relacionados



con la mejoría metabólica en cuanto al mantenimiento de los niveles de glucosa. Sin embargo, los probióticos que usan no están bien caracterizados: indican la especie (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium bifidum*) pero no la cepa, por lo que no sabemos si hay estudios previos que hayan explorado su capacidad como psicobióticos», sostiene Guarner tras analizar este trabajo.

También arrojó resultados prometedores una reciente investigación realizada con la bacteria *Bifidobacterium longum* 1714. Durante cuatro semanas, 22 varones tomaron placebo. A continuación, ingirieron el probiótico durante otras cuatro semanas. Los científicos fueron analizando sus respuestas al estrés, así como su actividad cerebral y cognitiva, con diferentes cuestionarios y electroencefalografías.

El consumo de la bacteria se asoció con una disminución del estrés y una mejora de la memoria. «Los resultados son positivos porque indican que el probiótico tiene efecto en algunos parámetros», coincide Guarner. «El *Bifidobacterium longum* 1714 se ha empleado en muchos estudios previos con modelos animales», añade.

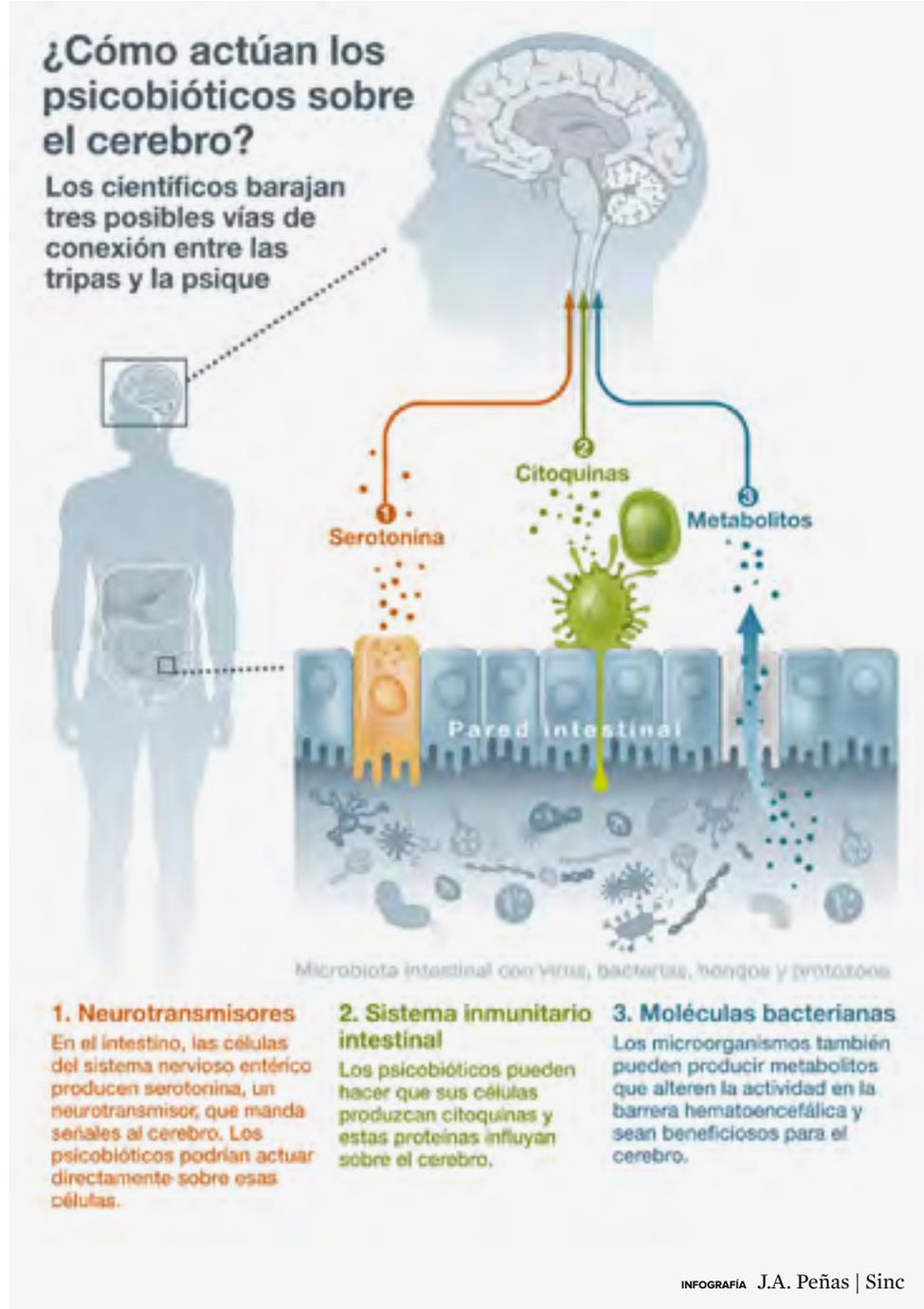
**EL MISTERIOSO CAMINO DE LAS TRIPAS A LAS EMOCIONES** La gran pregunta es cómo llegan los psicobióticos a tener efectos sobre la psique. Una posibilidad que barajan los científicos es que los microorganismos actúen directamente sobre el sistema nervioso entérico –encargado de controlar el aparato digestivo– que, a su vez, se comunica con el cerebro. Otra opción es que regulen el sistema inmunitario intestinal, el cual modula el sistema nervioso central.

Los probióticos son preparados de bacterias que mejoran el estado físico del consumidor. Los prebióticos son alimentos que nutren a las bacterias intestinales e indirectamente nos benefician. Ahora llegan los psicobióticos: bacterias que podrían mejorar la salud mental. **IMAGEN** Fotolia

Recientes estudios arrojan resultados esperanzadores con probióticos que parecen mejorar los síntomas de la depresión y el estrés

## ¿Cómo actúan los psicobióticos sobre el cerebro?

Los científicos barajan tres posibles vías de conexión entre las tripas y la psique



«La tercera vía se basa en la producción de metabolitos que se distribuyen en el cerebro y son beneficiosos», declara a Sinc Paul Enck, miembro del Comité Directivo de la Sociedad Europea de Neurogastroenterología y Motilidad (ESNM, por sus siglas en inglés). En opinión del investigador, para llegar al cerebro los microorganismos podrían utilizar solo uno de estos tres caminos o varios a la vez. «Quizá haya más vías que se descubrirán en el futuro», opina.

Antes de llegar a ese punto, un equipo de científicos –entre los que se encuentra Dinan, el padre del concepto– ha planteado una pequeña revolución para concienciar sobre el papel de estas bacterias en la mente. Su propuesta es ampliar la definición de psicobiótico a todo aquello que, a través de cambios en la microbiota intestinal, consiga efectos psicológicos, sin tener que ser necesariamente un microorganismo vivo.

Esto significaría incluir a los prebióticos, pero también al ejercicio físico y la dieta, «que afectan a las comunidades bacterianas en el intestino e influyen en estado de ánimo y en la cognición», considera Philip Burnet, autor principal del trabajo en el que se basa la propuesta e investigador del departamento de Psiquiatría de la Universidad de Oxford (Reino Unido).

Los investigadores admiten que las limitaciones de los estudios son numerosas, «lo que obliga a frenar el entusiasmo y a incentivar nuevas investigaciones». Se desconoce, por el momento, si el consumo de estas bacterias puede tener efectos secundarios o si afectan por igual a hombres y mujeres.

En cuanto a la edad, parece que tanto los menores como los ancianos son las personas a las que más influirían este tipo de sustancias. «El período prenatal, posnatal y toda la infancia son críticos en el desarrollo del sistema nervioso, cerebral e inmunitario, que se ven muy afectados por la microbiota intestinal», indica Peláez. En el caso de los mayores, al volverse más sensibles a los cambios fisiológicos necesitan mantener una buena salud intestinal.

**EL RETO DE LLEGAR AL MERCADO** A la espera de obtener resultados más robustos, los psicobióticos se muestran como una futura promesa para personas que sufren trastornos psiquiátricos, sobre todo para quienes no han conseguido adaptarse a la medicación propuesta por su especialista. No obstante, en ningún caso pretenden sustituir al psicotrópico.

«Existen bastantes pacientes que no responden a la medicación convencional y aquí podrían entrar en juego los psicobióticos. Estos suplementos se deberán utilizar para mejorar la respuesta del cerebro a los medicamentos actuales», subraya Burnet.

Aunque, de momento, ningún producto de la farmacia lleva la etiqueta de psicobiótico, si llegara a avanzar la investigación y se aprobara su comercialización, tendrían que moverse en un terreno pantanoso.

«El consumidor está completamente indefenso. Las pautas sobre los probióticos están ya dadas por la FAO y la OMS, pero en Europa no se han querido seguir», denuncia Guarnier. Los suplementos nutricionales que se venden en el viejo continente,

entre los que se incluyen los probióticos, «no necesitan tener ninguna eficacia demostrada, solo debe aparecer su composición», añade.

Esto va en contra de la legislación comunitaria actual, que no autoriza a vender nuevos productos alimenticios con probióticos añadidos que afirmen ser beneficiosos para la salud si no lo respalda la evidencia científica.

Sin embargo, estas sustancias se venden en las farmacias como suplementos y no como alimentos, por lo que no se les aplica el reglamento europeo, que va dirigido a productos alimenticios con bacterias incorporadas. «Existe un vacío legal importante en los productos que se venden como suplementos y empieza a haber abusos», alerta Peláez.

A modo de prueba, Guarnier y un estudiante del hospital Vall d'Hebron compraron doce productos etiquetados como probióticos en una farmacia y los estudiaron en el laboratorio. Al menos dos de ellos resultaron ser un fraude, puesto que al cultivarlos no crecía ningún microorganismo, según el científico.

«En el mercado español existe una amplia gama de productos que contienen probióticos, prebióticos o simbióticos (mezcla de ambos), solos o en combinación con otros componentes, pero no todos son eficaces», advierte el presidente de la SEPyP.

Sin una legislación clara, el futuro de esta promesa que hoy por hoy son los psicobióticos podría verse empañado. Los científicos trabajan para demostrar su eficacia pero les faltan armas legales que protejan al consumidor cuando estas sustancias lleguen al mercado.

RICARDO PÉREZ DE LA FUENTE, PALEONTOMÓLOGO

# El hombre que inmortaliza los insectos de Harvard

FEDERICO KUKSO | 20 MARZO 2017

No hay otro como él. Ricardo Pérez de la Fuente es la única persona en toda la Universidad de Harvard especializada en conservar insectos antiguos. Su trabajo le apasiona: debe digitalizar para la posteridad los más de 60.000 especímenes fósiles de una colección fascinante que ha pasado años en la sombra. Con extrema delicadeza, insecto a insecto, él y su equipo están creando un gran banco del pasado.

En el tercer subsuelo de un megaedificio de laboratorios de Harvard, una hilera que parece infinita de válvulas blancas, asépticas y que imponen respeto aguarda el fin del mundo. En su interior descansan y acumulan horas, días y semanas cientos de miles de fósiles, los restos de organismos que vivieron y murieron hace millones de años y que esperan su turno de ser digitalizados para la posteridad.

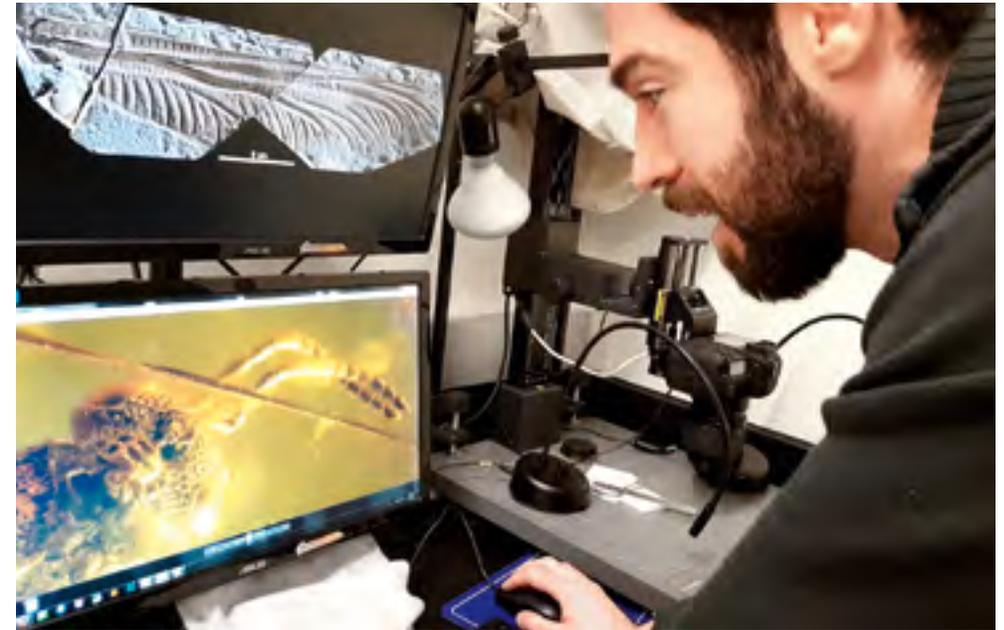
En el caso de los insectos fosilizados, el encargado de hacerlo se

llama Ricardo Pérez de la Fuente. Es alto, nació hace 30 años en Barcelona y es único. Al menos, en esta centenaria universidad estadounidense. Aquí, en Cambridge, no hay nadie como él: es «el» paleontólogo de Harvard.

Rodeados por el silencio solo interrumpido por el ruido de sus pensamientos, este investigador y su equipo de técnicos desarrollan una actividad pensada para el fin de los días: en las profundidades del Museo de Zoología Comparada, digitalizan con paciencia

los más de 60.000 especímenes de insectos fosilizados que componen una de las colecciones de este tipo más grandes del mundo, la generada durante 90 años por el metódico profesor Frank M. Carpenter, quien falleció en 1994: hormigas, avispas, libélulas, cucarachas y polillas, muchas de ellas ya extintas.

«Es maravillosa –dice, cargado de entusiasmo, este científico español–. La colección estuvo durante décadas a la sombra, oculta del mundo. Ahora la estamos



compartiendo con investigadores y con el público. La joya es la mariposa fosilizada mejor conservada. También un ala de libélula gigante, un insecto que era tan grande como una gaviota. La colección está colmada de secretos: uno puede llegar a descubrir tesoros guardados durante años en un cajón. Aquí veo bichos que nadie jamás ha visto antes».

**LA ETERNIDAD DIGITAL** Como todo niño –y todo adulto–, Ricardo Pérez de la Fuente cayó bajo el influjo de *Jurassic Park*. «Los dinosaurios siempre son lo que más engancha», reconoce. Pero en 2008, un profesor de la facultad le invitó a una expedición y, sin dudarlo, se sumó a ella.

«Fue alucinante –recuerda–. Hallar fósiles de insectos es una sensación incomparable. Tan

pequeños, tan frágiles y con tantas historias que contar».

Desde entonces, exploró y estudió los tesoros del yacimiento de El Soplao, descubiertos en 2008 en Cantabria, el más extenso y rico en ámbar en Europa de mediados del periodo Cretácico, hace unos 100 millones de años.

En la resina fosilizada alguna vez secretada por los árboles, los insectos han quedado aprisionados, congelados en el tiempo, como en una fotografía de antiguos ecosistemas. Allí, por ejemplo, este investigador encontró en 2012 un ejemplar único: una larva depredadora a la que llamó *Hallucinochrysa diogenesi* (o larva crisopa alucinante de Diógenes), que aparece recubierta por una maraña de pequeños filamentos de origen vegetal recolectados con sus mandíbulas con el

El paleontólogo de Harvard Ricardo Pérez de la Fuente, en su laboratorio donde fotografía los miles de insectos fósiles de una de las mayores colecciones que existen en el mundo. IMAGEN SINC

«La colección está colmada de secretos. Aquí veo bichos que nadie ha visto antes»

«Tenemos un ala de libélula gigante, un insecto que era tan grande como una gaviota»

«Lo orgánico parece. Si queremos mantener esta información para la eternidad, la única vía es la digital»

fin de confundirse así con el entorno.

«Se trata de la evidencia de camuflaje en insectos más antigua conocida hasta ahora», cuenta hoy uno de los apenas 50 paleontólogos que hay en el mundo. Con la ayuda de artistas como el español José Antonio Peñas, este insecto de unos cuatro milímetros de longitud ya extinguido que convivió con los dinosaurios ha sido recreado digitalmente.

«Lo que intentamos hacer es reconstruir la historia de la vida –explica Pérez de la Fuente–. El único modo de comprender el presente y el futuro es estudiar el pasado. Descifrarlo. Para muchos, mirar hacia atrás puede parecer un ejercicio absurdo. Pero grabada en el registro fósil y en la tierra hay una infinidad de procesos que, si somos capaces de comprender, nos permitirán adelantarnos a lo que puede llegar a acontecer. Cada muestra de un insecto fosilizado es una pieza de un puzzle gigante. Cuantas más piezas seamos capaces de llenar de ese puzzle, mejor podremos ver la conexión entre ellas y así descifrar su sentido».

Como un copista medieval, Pérez de la Fuente también trabaja para la conservación y transmisión del saber. «Lo orgánico en algún momento parece –advier–. Si queremos mantener esta información para la eternidad, la única vía es la digital».

De un lado de las amplias oficinas del Departamento de Zoología Comparada están los malacólogos, los científicos que estudian los moluscos. Del otro, él, sus microscopios, cámaras fotográficas y, como le dice con cariño, su mausoleo de «bichos».

Desde hace más de tres años, Ricardo Pérez de la Fuente recorre

estas hileras de bóvedas blancas –un gran banco del pasado– de las que extrae las muestras, que lleva con cuidado a las estaciones.

«Les tomamos varias fotografías. No podemos captar la riqueza del fósil en una sola imagen –dice–. La mano siempre va debajo de la muestra. Siempre. Por suerte, aún no he tenido ningún accidente. Toco madera».

Y entonces, como parte de la Fossil Insect Collaborative –un proyecto de digitalización pionero en Estados Unidos en los que se aúnan los esfuerzos de instituciones como Yale, la Universidad de Colorado, el American Museum of Natural History y Harvard–, ingresa a una base de datos para, finalmente, fomentar estudios globales con Big Data.

Pero, curiosamente, no todas las muestras de la colección que digitaliza este científico español han sido correctamente identificadas. En caso de detectar un error, él es el único con la potestad de rectificarlo.

De toda la colección, ya lleva un 70% digitalizado. «Me encantaría hacer algo así en España –confiesa–, pero en estos momentos es impensable».

**TICKET DE LOTERÍA** «Esto es una avispa», aclara Pérez de la Fuente mientras desliza bajo la luz lo que solo parece ser una roca. Hay que tener el ojo entrenado para detectar que allí hay algo más que ha llegado a nuestros días después de sortear varios obstáculos.

Por ejemplo, las mariposas son muy escasas en el registro fósil. «Muchos de los insectos que se han fosilizado lo han hecho al depositarse en el fondo de lagos con poco oxígeno –cuenta el



paleontólogo–. Para eso tuvieron que llegar allí, hundirse. Pero las mariposas por lo general flotan y allí se las comían. Cada insecto fósil es como un ticket de lotería. La probabilidad de que se haya fosilizado es mínima. Además tiene que haberse fosilizado en cierta posición particular para ser estudiado».

Hace 480 millones de años aparecieron los primeros insectos. Según un estudio en el que participaron más de cien investigadores de 16 países, se originaron al mismo tiempo que las primeras plantas terrestres. Los insectos, de hecho, fueron los primeros organismos en la tierra en volar: hace 400 millones de años los ancestros de las libélulas comenzaron a desarrollar alas.

Desde el Cretácico, hace cien millones de años, hay varios

grupos de insectos que han cambiado muy poco. Por ejemplo, los mosquitos. La diferenciación morfológica ha sido mínima.

Saber más de ellos y de su historia también tiene un potente efecto psicológico. «El estudio de estos insectos antiguos te vuelve humilde –reconoce el científico–. Uno lo naturaliza, pero a veces me pongo a pensar que tengo entre mis manos los restos de un organismo que vivió cuando ni siquiera los seres humanos éramos un sueño. El sentimiento es el mismo que comparten muchos aficionados a la astronomía. Nos damos cuenta de la grandeza del universo y de la larga historia de la vida en la Tierra. Nos pone en perspectiva. Me ayuda a quitarle dramatismo a las cosas. Nos ayuda a darnos cuenta de qué poco somos».

Ala de libélula gigante  
IMAGEN Federico Kukso

«Tengo entre mis manos un ser que vivió cuando los humanos no éramos ni un sueño. Me ayuda a quitarle dramatismo a las cosas»

PUBLICACIONES SIN REVISAR EN CIENCIAS DE LA VIDA

# Los artículos científicos toman un atajo 'online'

NÚRIA JAR | 01 ABRIL 2017

Los investigadores comparten sus hallazgos a través de estudios que se publican en revistas especializadas, en un proceso que puede alargarse durante muchos meses. Para acelerarlo, los biólogos siguen la estela de físicos y matemáticos, pioneros en los años 90, y quieren ahora unir plataformas y publicar en internet de forma preliminar sus trabajos con un objetivo: promover antes la discusión y transmisión de conocimiento.



Los científicos miden su valía por los artículos que firman en las revistas, donde comparten sus resultados con la comunidad. A veces, la obsesión llega hasta tal punto que ya es popular la expresión *publish or perish* (publica o perece) como única vía para demostrar el talento académico.

El problema es que de la publicación depende el éxito profesional de los investigadores y sus posibilidades de estabilización y de promoción. Pero el proceso suele ser demasiado largo.

Desde que un científico manda un manuscrito a una editorial hasta que ve la luz pueden pasar meses, e incluso años. Durante ese período diversos expertos, que no cobran por evaluar la calidad del trabajo, examinan el texto mediante un proceso de revisión por pares. A menudo piden correcciones y los autores deben

modificar el texto para someterlo a la misma sucesión otra vez.

La lentitud para publicar un artículo ha motivado alternativas. Físicos y matemáticos hace años que publican de manera preliminar sus *papers* sin revisión en plataformas como arXiv, que cada año recibe unos 100.000 documentos inéditos.

Su creador, el físico Paul Ginsparg, recuerda en un comentario en *Nature* que la plataforma nació antes de la implosión de internet. Un par de tardes en el Laboratorio Nacional de Los Álamos (EE UU) le bastaron para desarrollar un *software* a partir del cual compartir nuevos datos con un centenar de colegas que también se dedicaban a la física teórica de altas energías.

A partir de ahora, lo hará también el Consejo de Investigación Médica de Reino Unido

Ante la lentitud del proceso de publicación de artículos científicos en las revistas, han surgido nuevas plataformas *online* donde se publican de manera preliminar los manuscritos sin revisión previa. ILUSTRACIÓN Cinta Arribas

La lentitud para publicar un artículo ha motivado alternativas al 'status quo' de la ciencia

Desde 2013, el servidor bioRxiv alerta de nuevos estudios antes de que salgan a imprenta

«Es importante conocer los avances porque pueden cambiar la manera en la que yo estoy pensando un experimento», dice Colón-Ramos

que aceptará trabajos sin publicar para conceder fondos a la investigación, un cambio que también se plantean los Institutos Nacionales de Salud de EE UU (NIH, por sus siglas en inglés).

**REVOLUCIÓN EN LOS LABORATORIOS DE BIOLOGÍA** Más de 25 años después, la revolución llega al ámbito de las ciencias de la vida. Lo que está sucediendo ahora en los laboratorios de biología a ojos de Ginsparg se trata de un *déjà vu*.

«Los científicos están descontentos por esta situación», asegura a Sinc el puertorriqueño Daniel A. Colón-Ramos, neurocientífico de la Universidad de Yale (EE UU) y uno de los promotores de ASAPBio, una iniciativa internacional sin ánimo de lucro que batalla por acelerar la publicación de resultados en biología.

La idea de los servidores de publicaciones preliminares (*preprints*) es subir a una base de datos digital los resultados de cualquier investigación antes de someterla a revisión por pares para acelerar la discusión y transmisión de conocimiento. «Somos pocos investigadores los que trabajamos en instituciones con acceso a publicaciones y esto limita el proceso de descubrimiento», añade Colón-Ramos sobre los precios prohibitivos de muchas revistas científicas.

Hace unos meses la publicación inmediata de resultados fue muy útil para lidiar contra la expansión del virus del Zika, un microorganismo muy desconocido entre la comunidad científica.

Sin embargo, la situación es todavía de sublevación. Mientras que muchos desconocen la prepublicación, otros no la acaban de ver con buenos ojos, aunque

aceptan que el sistema actual también necesita examinarse a sí mismo.

**EN BUSCA DE UNA SOLA PLATAFORMA EN BIOLOGÍA** A pesar del éxito de los manuscritos en otras disciplinas, «la biología no tiene una cultura de publicación preliminar», apunta Dominique Gravel, de la Universidad McGill (Canadá) en un artículo en la revista de acceso abierto *PLoS Biology*. Gravel señala que hay excepciones en algunos campos donde se generan cantidades ingentes de datos, como la genética o la bioinformática. Pero aún son pocos los investigadores que se decantan por la prepublicación.

Colón-Ramos es uno de ellos: «Para mí es importante conocer los avances de mi campo porque pueden cambiar la manera en la que yo estoy pensando un experimento», cuenta sobre su reciente experiencia con la publicación preliminar. Ahora recibe notificaciones de bioRxiv, un servidor que desde finales 2013 alerta de nuevos estudios antes de que salgan a imprenta.

Esta plataforma es una de las más populares. Hasta la premio Nobel de Medicina en 2009, Carol W. Greider, utilizó esta soporte al subir unos resultados meses antes de que aparecieran en la revista *Genes & Development*. Pero en las ciencias de la vida, a diferencia de la física, existe más de un servidor. Por ejemplo, ChemRxiv recoge novedades en química, AGriXiv en agricultura y hasta arXiv tiene sección de biología.

La última propuesta de ASAPBio es impulsar un servicio central a modo de repositorio de diferentes plataformas donde se comparan publicaciones preliminares en

A 'Nature y 'Science' no les importa si los manuscritos son inéditos o han sido compartidos previamente en un servidor de prepublicación

La publicación preliminar en ciencias de la vida puede acelerar la transmisión de conocimiento e impulsar las carreras de jóvenes investigadores

biología. «Esta dispersión se debe a razones históricas», subraya Colón-Ramos, porque de momento «no ha surgido ninguno dominante». Por eso, su propuesta busca «aglutinar la información en beneficio de los científicos».

La iniciativa cuenta con la bendición de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, el Consejo Europeo de Investigación (ERC) y otros organismos.

**COHABITACIÓN DE SERVIDORES Y REVISITAS** A pesar del interés que suscita, la publicación preliminar de resultados no anula a las revistas científicas. Las cabeceras de referencia *Nature* y *Science* no diferencian entre los manuscritos que reciben. No les importa si son inéditos o han sido compartidos previamente en un servidor de prepublicación.

«Las revistas del grupo *Nature* tienen desde hace años una política permisiva con las publicaciones preliminares, y apoyan el envío de manuscritos que han aparecido previamente en arXiv o bioRxiv», responde por correo electrónico a Sinc Sowmya Swaminathan, responsable de política editorial de la revista.

«Las cabeceras más conservadoras son las del grupo Elsevier», señala Colón-Ramos. «Estas revistas aceptan resultados que han sido publicados previamente en servidores, pero debes comunicarlo al editor», comenta sobre su experiencia.

«La validación comienza con la revisión por pares, pero solo es un primer filtro, podemos tardar años en saber si algo está bien», indica el investigador. En una revisión por pares tradicional solo unos pocos están en contacto con los avances: editores, revisores y

colegas más próximos. En cambio, las prepublicaciones permiten ampliar el espectro de comentarios de la comunidad científica.

Hasta ahora, las décadas de experiencia en arXiv han demostrado que «los científicos no suben trabajos de peor calidad», puntualiza un artículo firmado en *Science* por un grupo de estadounidenses.

La publicación preliminar en ciencias de la vida puede acelerar la transmisión de conocimiento e impulsar las carreras de jóvenes investigadores. «Esperemos que los profesionales de la biología se comporten de manera similar [a los físicos y matemáticos]», dicen los autores del artículo.

**LOS JÓVENES SALEN REFORZADOS** Desde este año Welcome Trust y el Consejo de Investigación Médico de Reino Unido aceptan la presentación de manuscritos de menos de cinco años que «estén cargados por los autores en un repositorio o servicio *preprint* sin revisión formal» en las peticiones de becas de investigación. Las condiciones de la agencia son que la edición preliminar cuente con una identificación permanente y esté subida por los autores en una plataforma reconocida de publicaciones preliminares.

Por su parte, los NIH lo están considerando al plantearse que las prepublicaciones pueden mejorar el rigor y el impacto de las investigaciones que financian. Por ahora, la Federación Americana de Sociedades de Biología Experimental, que reúne a 30 sociedades, ha expresado su rechazo a esta propuesta a pesar del éxito del uso de los *preprints* en otros ámbitos, como la física y las matemáticas.

# Un cuarto de siglo a toda velocidad

El 14 de abril de 1992, unos días antes de la apertura de la Exposición Universal de Sevilla –Expo'92–, se inauguraba la línea de tren de alta velocidad entre la capital hispalense y Madrid.

Aunque los viajes comerciales no llegarían hasta el día 21, desde el primer momento la apertura de la línea de Alta Velocidad Española (AVE) cambió el panorama del transporte español y la visión que se tenía del tren como un medio de transporte lento, impuntual e incómodo.

Mientras el ferrocarril tradicional recorría el trayecto entre la estación de Atocha y la de Santa Justa en más de siete horas, el AVE hacía ese mismo trayecto en poco menos de tres y a una velocidad máxima de 300 km por hora.

Desde entonces, esa marca se ha reducido y 25 años después no supera las dos horas y 20 minutos.

En la actualidad la línea Madrid-Sevilla no es el único servicio de alta velocidad del país. De hecho, con más de 2.500 kilómetros de longitud, es la red más extensa de Europa y la segunda de todo el mundo, solo por detrás de los 11.000 km de China, según la Unión Internacional del Ferrocarril.



UN REPASO A SU IMAGEN EN CINE Y TELEVISIÓN

# Einstein, el genio en la pantalla

MAYKEL PÉREZ | 22 ABRIL 2017

La nueva serie de televisión *Genius* aborda la vida de Albert Einstein. Aunque no es la primera vez que se representa al físico alemán en la pequeña y gran pantalla, lo cierto es que, a pesar de su importancia, apenas existen aproximaciones que profundicen en sus investigaciones y vayan más allá de su icónica imagen de científico.

National Geographic estrena la serie televisiva *Genius* (2017), donde se repasa la vida de Albert Einstein (Alemania, 1879-EE UU, 1955) desde su juventud, cuando trabajaba en una oficina de patentes, hasta su madurez, en la que ya era un físico mundialmente conocido por su teoría de la relatividad. Desde entonces, su rostro ha permanecido en el imaginario colectivo.

Si se busca el término 'científico' en la sección de imágenes de Google, la mayoría de los resultados mostrarán a un señor mayor con el pelo blanco y alborotado, bigote y gafas. También aparecerán fotografías del propio Einstein, como la clásica en la que saca la lengua.

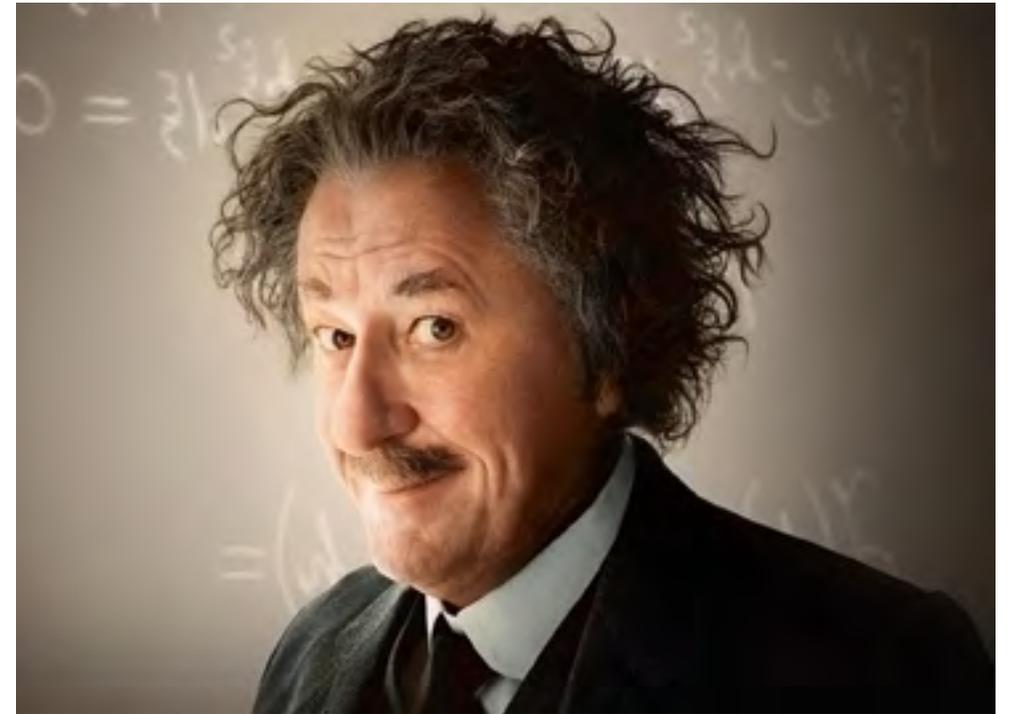
**EINSTEIN COMO ICONO** «Es la imagen icónica de la ciencia moderna, y tanto su aspecto físico como su personalidad marcan la manera de presentar a cualquier científico en la pantalla, en especial si se trata de mostrar el estereotipo de científico genial y excéntrico», explica el físico teórico Roberto Emparan, del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona.

En la película *Inteligencia Artificial* (2001), un Einstein holográfico bajo el nombre de Dr. Know (y la voz de Robin Williams con un impostado acento alemán), responde a las preguntas de los protagonistas a modo de oráculo. En la trilogía *Regreso al Futuro*, el aspecto del Dr. Emmet

Brown también está inspirado en él, tal y como ha reconocido el actor Christopher Lloyd. Incluso en la galaxia «lejana, muy lejana» de *Star Wars*, los ojos del maestro Yoda están basados en los del genio.

«Exportó su imagen y se convirtió en un símbolo», afirma el periodista científico y novelista Luis Miguel Ariza. «El ejemplo quizás más influyente es el profesor Barnhardt, que aparece en el clásico de ciencia ficción *Ultimátum a la Tierra* de 1951. Es un calco de Einstein».

Existen muchos otros ejemplos de personajes inspirados en el genio, pero resulta extraño que, de forma directa, Albert Einstein no haya tenido una mayor presencia



Geoffrey Rush interpreta a Albert Einstein en la serie *Genius*, producida por Brian Grazer y Ron Howard, que ya adaptaron para el cine la vida del John Nash en *Una mente maravillosa*. IMAGEN National Geographic Channel

Tanto su aspecto físico como su personalidad marcan la manera de presentar a cualquier científico en la pantalla

en el celuloide o la pequeña pantalla. ¿Por qué?

**EINSTEIN EN LA GRAN PANTALLA** En los últimos años hemos visto adaptaciones de las vidas del matemático John Nash, Hypatia de Alejandría, Alan Turing y Stephen Hawking. En el caso del padre de la relatividad, no hay apenas aproximaciones a su figura en el cine.

El astrofísico Eduardo Battaner, de la Universidad de Granada, cree que la biografía del viejo profesor daría para hacer una película de éxito: «Su vida está repleta de anécdotas, es un personaje muy novelesco, distraído, humorista, ocurrente, comprometido con la humanidad».

Emparan también define la vida intelectual de Einstein como «una de las mayores odiseas en la historia del pensamiento humano», aunque quizá la razón por la que no se ha prodigado tanto en la gran pantalla sean sus propias experiencias personales.

«Falta en su vida un episodio extracientífico de gran dramatismo. Si se quiere hacer una película de cine sobre él, habrá que sobredramatizar sus dificultades reales con los nazis, sus posicionamientos políticos, y posiblemente su poco edificante vida familiar», argumenta.

Ariza coincide en esa necesidad por parte de Hollywood de mostrar la parte dramática del personaje para acometer una gran

superproducción, tomando como ejemplo las películas sobre Nash o Hawking.

«Hablan poco de ciencia y se centran en sus vidas personales. La esquizofrenia de John Nash es muy espectacular, y la enfermedad de Hawking le convierte en alguien con un cerebro privilegiado atrapado en su cuerpo. Resulta dramático y efectivo, pero Einstein no tiene ninguna de esas cosas».

**EINSTEIN, EL COMEDIANTE** El científico alemán ha tenido varias apariciones en la gran pantalla, aunque no deja de ser curioso que la mayoría hayan sido en comedias, sin tratar aspectos de su biografía o su producción científica.

En la comedia romántica *I.Q.* (1994), traducida en España como *El genio del amor*, Walter Matthau interpreta al viejo profesor durante su etapa en Princeton y ejerce de celestino para que su sobrina (Meg Ryan), una brillante matemática, y un mecánico de la zona (Tim Robbins) encuentren el amor haciendo pasar a Robbins por un auténtico científico.

Totalmente distinta es *El joven Einstein* (1988), una comedia absurda donde se nos presenta al físico como hijo de un granjero australiano, inventor de la guitarra eléctrica y del rock and roll, y que mantiene un romance con Marie Curie mientras salva al mundo de un desastre nuclear. La película fue un fracaso de taquilla por razones obvias.

Más comedia es *Insignificante* (1985) que traslada al cine la obra de teatro homónima donde, sin dar ningún nombre, se relata de forma cómica el hipotético

encuentro entre Marilyn Monroe y el genio alemán en una habitación de hotel.

Aunque lo cierto es que algún episodio de su vida da para una buena comedia, como las tres semanas que pasó en España, quizá sea la propia imagen irreverente de Einstein la que se presta para un personaje humorístico.

**EINSTEIN EN LA TELEVISIÓN** Hay que remontarse a 2008 para ver una película seria sobre la vida de Albert Einstein. Se trata *Einstein y Eddington* (2008), una producción de la BBC estrenada en exclusiva en la televisión pública británica. La relación entre el físico alemán y Arthur Eddington, el investigador británico que transmitió la teoría de la relatividad al mundo científico anglosajón, es el motor de esta cinta protagonizada por Andy Serkis y David Tennant.

Los más viejos puede que también recuerden la miniserie *Einstein*, producida por Radio Televisión Española (RTVE) junto con varios canales de televisión de todo el mundo.

En este relato se recreaba la vida del genio con un «tono distendido, a menudo chistoso, plagado de *boutades*», como lo describía la crítica de la época en el diario *El País*. La miniserie, de cuatro episodios, se estrenó en La 2 (antes conocida como 'segunda cadena') en octubre de 1985.

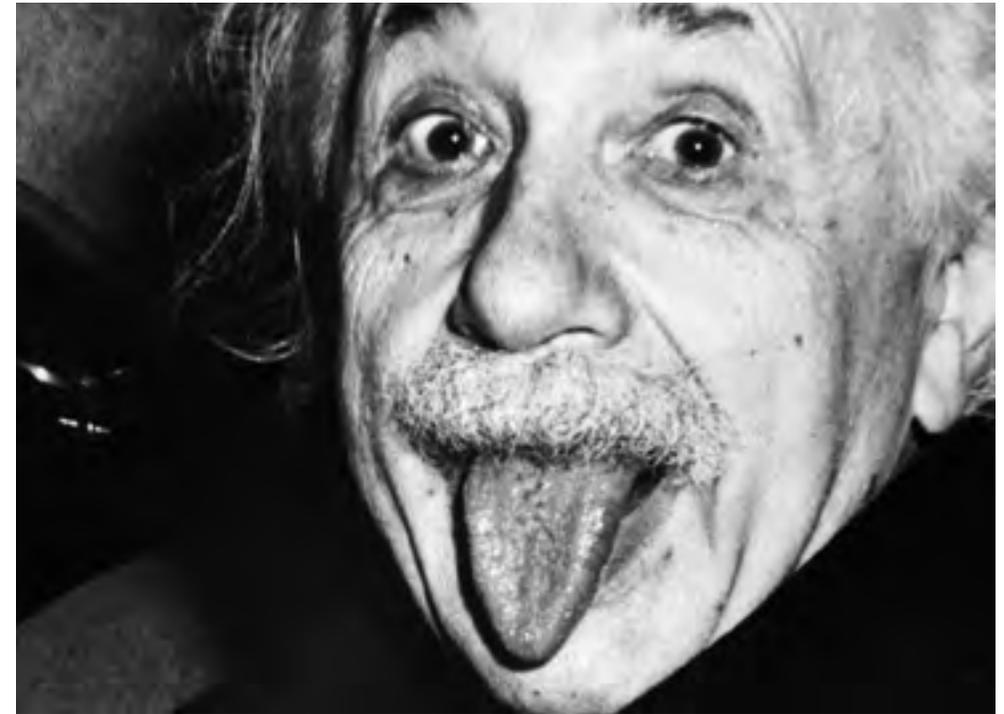
En la actualidad, además del estreno de *Genius* en el *National Geographic Channel*, también se ha presentado la serie alemana llamada simplemente *Einstein*. Aquí, el protagonista es un genio de la física, bisnieto del profesor, que utiliza su intelecto para ayudar a la policía a resolver crímenes.

La icónica foto de Einstein y su lengua que marcó la imagen irreverente del genio. **IMAGEN** Arthur Sasse

El científico alemán ha tenido varias apariciones en la gran pantalla, aunque no deja de ser curioso que la mayoría hayan sido en comedias

Einstein huyó de los nazis, fue un mujeriego, dejó a uno de sus hijos en un sanatorio: reúne todas las cualidades dramáticas para hacer una buena película

Las vidas de científicos encajan mejor en series o miniseries de televisión



Para Roberto Emparan, la televisión es un medio más apropiado para trasladar este tipo de biografías: «Encajan mejor en series o miniseries, donde no se necesita tanto un episodio dramático que centre la historia, sino que se le puede acompañar a lo largo de su vida e identificarse más con el personaje».

**EINSTEIN, EL CIENTÍFICO** Teniendo en cuenta los antecedentes y poniendo el foco en su faceta como hombre de ciencia, no parece que se haya ahondado demasiado en ese papel, salvo excepciones como *Einstein y Eddington*.

Por el contrario sí se ha usado, e incluso exagerado, ese estereotipo

de científico atolondrado y distraído. La 'dulcificación' del personaje y su uso principal como icono del 'buen científico' choca con otros aspectos menos amables de su biografía, que quizá encajarían a la hora de abordar una producción seria de su vida desde el punto de vista dramático, algo que podría cuadrar con los cánones 'hollywoodienses', pero chocar con la imagen colectiva del genio.

«Einstein huyó de los nazis, fue un mujeriego, tuvo sus facetas personales oscuras, como dejar a uno de sus hijos medio abandonado en un sanatorio: su figura reúne todas las cualidades dramáticas para hacer una buena película», apunta Ariza. Parece

que *Genius* puede ahondar en todas esas facetas que menciona el experto a tenor de lo que muestra el avance de la serie.

De momento, para encontrar su representación más fiel hay que remontarse a finales de los años 30. Aunque esta afirmación es tramposa, porque no se refiere a una obra de ficción y el papel de Einstein no lo representa ningún actor.

Se trata del documental *World leaders on peace and democracy*, de 1939, en el que el profesor aparece realmente junto a otras figuras científicas de la época defendiendo la paz y la democracia cuando la situación en Europa estaba a punto de desembocar en la Segunda Guerra Mundial.

DÍA INTERNACIONAL DE LA DANZA

# La ciencia te saca a bailar

MARTA PALOMO | 29 ABRIL 2017

La danza está presente en todas las culturas y el ser humano es el único animal que la festeja. Aunque la comunidad científica sigue sin desentrañar su origen y significado, sí ha demostrado que bailar nos hace sentir bien y nos une a aquellos que se mueven en sincronía con nosotros.

«No permitiré que nadie te arrinconen», le asegura Johnny Castle (interpretado por el actor Patrick Swayze) a Baby (Jennifer Grey) antes del mítico baile final de la película *Dirty Dancing*. Treinta años después de su estreno, el célebre salto que ambos actores ensayan y ejecutan en el filme sigue imitándose en piscinas, ríos, lagos y playas. Si Baby aprendió a bailar, todos podemos conseguirlo.

«Cada uno tiene su manera natural y espontánea de bailar, imposible de fingir», dice a Sinc Nick Neave, investigador de la Universidad de Northumbria (Reino Unido). «A través de estos movimientos, emitimos señales muy honestas sobre nuestro estado

físico y emocional al sexo opuesto y a los posibles competidores», añade.

El trabajo de Neave y su equipo parte de que, en el reino animal, la danza del macho es un claro indicador de su fuerza, tiempo de reacción y calidad del sistema esquelético y nervioso. «Creemos que cuando el ser humano baila transmite esta misma información. Los hombres demuestran su fuerza física y las mujeres su potencial reproductivo», expone el científico por teleconferencia.

Para investigar qué movimientos resultan más atractivos, Neave reclutó a hombres y mujeres y los puso a bailar al ritmo de pop. Digitalizó sus movimientos, los

transformó en avatares en 3D sin rasgos físicos reconocibles y buscó voluntarios del sexo opuesto que valoraran la actuación. «De esta manera, las personas que evalúan a los bailarines no se distraen con su aspecto, ropa, etnia... solo se fijan en el movimiento», aclara. De sus publicaciones se deriva la receta de cómo ser el rey y la reina de la pista.

#### CÓMO MOVER EL CUERPO PARA ATRAER

Si un hombre desea ser apreciado como bailarín, debe saber que las mujeres se fijan sobre todo en la parte superior de su torso, es decir, en la velocidad, la variabilidad y el alcance de los movimientos de su cabeza, cuello



Los actores Patrick Swayze y Jennifer Grey protagonizan la mítica película *Dirty Dancing*  
IMAGEN Vestron Pictures

En el reino animal, la danza del macho indica su fuerza, tiempo de reacción y calidad del sistema esquelético y nervioso

y hombros. «En general, los hombres fuertes bailan mejor», expone Neave en la revista *Biology Letters*.

Pero no se trata solo de fuerza bruta, la danza masculina también refleja cualidades personales, como ser más o menos extrovertido, agradable o estar interesado en la búsqueda de nuevas emociones. Según matiza el investigador británico, «el objetivo no es solo atraer a las mujeres, sino demostrar al resto de varones la confianza en uno mismo y la dominancia sobre los demás».

Respecto a las féminas, su éxito en la pista de baile se mide por sus caderas. En la investigación los movimientos femeninos que

fueron mejor evaluados por los hombres fueron el balanceo de caderas, un movimiento asimétrico de muslos y uno intermedio de brazos. «Esta asimetría entre brazos y piernas podría tener significado biológico», apuntan los investigadores en el trabajo publicado en *Scientific Reports*.

Un desplazamiento independiente de extremidades superiores e inferiores demuestra un elevado control motor. Sin embargo, si la asimetría es demasiado exagerada deja de ser atractiva, pues puede significar justo lo contrario.

«Aunque analicemos la danza de manera científica, no debemos olvidar que lo esencial es

La música y la danza están presentes en los rituales de todas las culturas humanas conocidas, como los de los masáis. IMAGEN Pixabay

«Está claro que el baile del ser humano no es un mero cortejo, como sucede en otros animales», destaca el experto

Bailar dispara el sistema de endorfinas del cerebro y genera una sensación de calidez y calma que te hace sentir más cercano a la gente

Los científicos han descubierto además que «la sincronía es capaz de doblar el efecto placentero que provoca el ejercicio»

pasárselo bien», subraya Neave. «El baile humano no es un mero cortejo, como sucede en otros animales», destaca el experto.

**SOMOS MÁS SOCIABLES GRACIAS AL BAILE** La música y la danza están presentes en los rituales de todas las culturas humanas conocidas. «El baile es un lenguaje, una expresión que emerge de una comunidad. [...] Si te sabes los pasos significa que perteneces al grupo», expone la coreógrafa afroamericana Camille A. Brown.

De las coreografías de los esclavos africanos que fueron enviados a Norteamérica al *hip-hop* de los años 90, pasando por el *charleston* y el *lindy hop*, ¿por qué bailamos? «Para movernos, soltarnos, expresarnos. ¿Por qué bailamos juntos? Para curarnos, para recordar, para decir ‘nosotros hablamos la misma lengua. Existimos y somos libres», relata Brown.

«La búsqueda de pareja casi siempre parasita otros mecanismos que ya existen –afirma a Sinc el experto en psicología evolutiva Robin Dunbar–. Respecto al baile, parece que su función primera fue la de cohesión social y luego el cortejo también lo explotó». El equipo de Dunbar investiga en la Universidad de Oxford (Reino Unido) la función social de la danza, es decir, por qué el baile nos hace sentir bien y más cercanos a quienes se mueven con nosotros.

«Bailar dispara el sistema de endorfinas del cerebro y genera una sensación de calidez y calma que te hace sentir más cercano a la gente que danza contigo», sintetiza Dunbar. Esta percepción de afinidad ya aparece cuando coincidimos con alguien haciendo algo

tan simple e inevitable como seguir con el pie, la cabeza o el dedo un ritmo que oímos.

El movimiento espontáneo de seguir una cadencia externa a la vez que otra persona es una habilidad sin parangón en el reino animal y se empieza a dar en escolares de entre cuatro y ocho años, aunque requiere de cierta práctica y aprendizaje. De todos modos, los prerequisites ya se manifiestan en bebés, por lo que parece ser una capacidad inherente al cerebro humano.

**LA DANZA GENERA CASCADAS DE OPIOIDES**

De manera innata o aprendida, cuando dos personas hacen pequeños movimientos a la vez, se incrementan sus sensaciones de simpatía mutua. Hasta ahora, la explicación a este suceso era que se activaban de manera simultánea sus respectivas redes neuronales de acción y percepción, y esto contribuía a difuminar la barrera entre lo propio y lo ajeno.

El equipo de Dunbar ha demostrado que los mecanismos del control del dolor del cerebro, las endorfinas, están también implicados en el papel cohesivo del baile. Para ello, reclutaron a 264 estudiantes brasileños, los agruparon de tres en tres y les animaron a bailar música electrónica siguiendo ciertas instrucciones: moverse con más o menos sincronía entre ellos y con distintos niveles de intensidad.

Después, midieron su tolerancia al dolor, una manera indirecta de cuantificar la segregación de endorfinas, y sus sentimientos de proximidad hacia los integrantes de su grupo de tres y el resto.

Sus resultados, publicados en *Biology Letters*, fueron claros:



tanto el esfuerzo como la sincronía elevaban de manera independiente la tolerancia al dolor y la sensación de pertenencia al grupo. Los científicos han descubierto que «la sincronía es capaz de doblar el efecto placentero que provoca el ejercicio», afirma Dunbar.

La liberación de estas sustancias, también conocidas como las ‘hormonas de la felicidad’, genera placer, euforia y tiene un efecto analgésico hasta 30 veces mayor que la morfina. Este sistema se activa en las relaciones sociales y refuerza la interacción con otros individuos. Este mecanismo está en la base evolutiva de la función cohesiva del baile.

**EL SECRETO DE LA FELICIDAD** «A lo largo de la evolución humana, la interacción social ha sido clave para nuestro bienestar y salud», indica el experto británico. Mientras que el tamaño de las

redes sociales de otros primates se puede predecir en función del volumen de su cerebro, el ser humano sobrepasa de largo este pronóstico, que en teoría es de 150 individuos y en la práctica puede ser mucho mayor.

Los primates afianzan sus relaciones sociales mediante el acicalamiento, lo que limita la dimensión del grupo a unos 50 individuos. «La calidad de la relación se refleja en el tiempo invertido en ella –asegura Dunbar–. Como el número de horas del día es limitado, los grupos grandes necesitan medidas de cohesión más efectivas y que permitan una interacción entre varios individuos a la vez».

Según un estudio publicado en *Ethology*, el baile, una forma de sincronización y ejercicio físico que dispara las endorfinas, habría sido la solución evolutiva a esta necesidad de «acicalar a distancia» y a varios individuos

a la vez, para cohesionar una red social cada vez mayor.

Desde ese momento en el que el grupo de primates se amplió hasta ahora, los seres humanos habrían bailado en grupo cada vez que surgía la ocasión. «Las danzas para provocar el trance en las sociedades cazadoras-recolectoras y los corros de estilo zulú son las formas más clásicas que conocemos», asevera Dunbar.

En nuestra sociedad moderna, los tipos de baile han cambiado. Johnny Castle enseñaría ahora swing, zumba u organizaría *flashmobs* en vez de dar clases de bailes de salón en un hotel de verano. «Anímese y disfrute bailando, ¡todo el mundo puede hacerlo! –aconseja el investigador–. Le hará sentir mejor y le ayudará a hacer amigos, hecho que tiene más efectos beneficiosos sobre su salud, felicidad y longevidad que cualquier otra cosa».

**Roland Lehoucq**, astrofísico francés, utiliza la saga hollywoodiense de *Star Wars* como pretexto para acercar la física actual al gran público. Lehoucq sabe de antemano qué es real y qué es fantasioso en las películas de *La guerra de las galaxias*, y al argumentarlo presenta una ciencia más amable y atractiva.

ADELINE MARCOS | 01 MAYO 2017 08:00



El astrofísico francés Roland Lehoucq, durante su visita a Madrid, en el Liceo Francés de Madrid. IMAGEN Sinc

## «Desde el punto de vista científico, en ‘Star Wars’ todo es falso»

La saga de *Star Wars* ha cautivado a millones de personas de todas las edades desde el estreno de la primera película. Los miles de millones de dólares recaudados en cuatro décadas por las ocho cintas son el reflejo de

la pasión que levantan las historias que suceden en una galaxia lejana y ficticia.

Su éxito se ha convertido en el trampolín para que el astrofísico Roland Lehoucq (Issy-les-Moulineaux, Francia, 1965) hable de

la ciencia que hay detrás. Lehoucq lleva años comprobando si lo que vemos en la gran pantalla es o no verosímil, o si podría serlo en el futuro, como cuenta en su libro *Faire de la science avec Star Wars*.

**¿Tiene alguna relación ‘la Fuerza’ que utilizan los caballeros Jedi con las cuatro que conocemos en la naturaleza (interacción nuclear fuerte, electromagnética, nuclear débil y gravitación)?**

Si nos fijamos en las películas y en sus efectos especiales, en cómo los Jedi la utilizan y cómo la define Obi-Wan Kenobi –una energía creada por todos los seres vivos que nos rodea y nos penetra la galaxia entera–, la Fuerza podría ser la de gravitación, ya que es la que une las estrellas y el gas en una galaxia. Es un campo de energía que nos rodea y nos penetra. Recordemos que Skywalker, al entrenarse en el planeta Dagobah, levanta objetos, piedras e incluso al robot R2D2, sin tocarlo, solo con la mirada. Es como si hubiera podido ser capaz de manipular la gravedad. Pero por otra parte, cuando el Emperador quiere matar a Skywalker, le salen rayos de sus dedos, y esto corresponde a la fuerza electromagnética. La conclusión es que no sabemos qué es la Fuerza. Es algo puramente imaginario.

**¿Viendo las películas se podría deducir qué potencia tiene una espada láser?**

Ningún Jedi nos dice en las películas cuántos vatios tiene una espada láser. Pero mirando los filmes con ojos de físico, encuentras escenas que pueden darte pistas. Y así descubrimos que son 1.000 millones de vatios. Se trata de la misma potencia que la de un reactor nuclear. Y eso es mucho en solo una espada.

**¿Qué ocurre con los planetas? ¿Algún día encontraremos exoplanetas similares a los de *Star Wars*? Las películas de *Star Wars* se**

hicieron cuando no estábamos seguros de que hubiera otros planetas fuera de nuestro sistema solar. Desde 1995 hemos empezado a detectarlos y ahora los encontramos regularmente –ya van 3.500–. Hemos identificado sistemas solares con varias estrellas, e incluso uno de ellos tiene tres. Aunque Tatooine solo exista en las películas, es posible que un exoplaneta tenga dos soles. Otra cosa es que exista uno similar, que sea desértico y pueda albergar vida. Los otros planetas que vemos en *Star Wars* solo tienen un ecosistema (desiertos, lava, océanos, árboles o hielo) y son demasiado simples. Creo que los planetas de la saga se hicieron así para facilitárselo a los espectadores, pero no es muy correcto que un planeta sea tan uniforme.

**¿Seremos capaces de construir en el espacio una megaestructura como la Estrella de la Muerte?**

Haciendo cálculos, se puede estimar que la Estrella de la Muerte mide un poco menos de 500 km de diámetro, el mismo tamaño que el segundo asteroide más grande del sistema solar, Vesta. Es una estructura enorme y construirla supondría un esfuerzo titánico; habría que tener los recursos materiales, energéticos y humanos, y encima hacerlo en el espacio.

**¿Y qué pasa con los viajes espaciales superrápidos? ¿Podremos tener naves para saltar al hiperespacio?**

Según nuestros conocimientos actuales, la velocidad de la luz es infranqueable. A esa velocidad, para viajar a la estrella más cercana se tarda cuatro años y medio. Así que en las películas de ciencia ficción siempre existe este problema. No pueden dedicar tantos

años a viajar. La solución que encuentran para justificar los viajes superrápidos es que van más rápido que la luz, o deciden que hay un atajo en un espacio paralelo en el que la nave entra, recorre una pequeña distancia y reaparece en el universo real a una distancia muy lejana del punto de partida. No es científico.

**Respecto a los vehículos de la película, parece que sí hay en la actualidad proyectos para fabricar deslizadores o coches que pueden volar, ¿verdad?**

No creo que un coche volador sea algo muy inteligente... [risas]. En cualquier caso, en *Star Wars* vemos vehículos que levitan por encima del suelo, incluso cuando el motor está parado. Para un físico esto evoca la antigravedad y tampoco es fácil de desarrollar. Se requieren unas densidades de masa y energía tan grandes que está fuera de nuestras capacidades técnicas actuales.

**En resumen, ¿existe alguna base científica detrás de *Star Wars* o solo es una saga que muestra cosas imposibles?**

Desde el punto de vista científico, todo es falso en *Star Wars*. No hay ni una sola cosa que se sostenga. Pero mi objetivo no es decir que esta serie de películas sea pésima porque la ciencia está mal tratada. Hay ciertos elementos que se podrían imaginar, pero aún están muy lejos de lo que sabemos hacer ahora.

El profesor **Francisco M. Mojica**, de la Universidad de Alicante, es el precursor de la revolucionaria técnica de corta-pega genético. Entre galardón y galardón, este investigador sencillo y amable nos cuenta la historia de su hallazgo que, quizá, le lleve también a conseguir un Premio Nobel.

VERÓNICA FUENTES | 14 JUNIO 2017



Francisco Mojica, microbiólogo de la Universidad de Alicante, suena como candidato a los Premios Nobel. IMAGEN SINC

«CRISPR es un reto para la teoría de la evolución»

Francisco Martínez Mojica (Elche, 1963) es el descubridor de las secuencias CRISPR, un mecanismo de defensa incorporado en el ADN de los microorganismos para enfrentarse a los virus. Tras recibir el Premio Fundación Lilly de Investigación Biomédica Preclínica, recogió el galardón de la Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Biomedicina junto a las investigadoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna.

**¿Cuándo surgió el descubrimiento de CRISPR?**

La historia comenzó entre finales de los 80 y principios de los 90, cuando trabajábamos con unos microorganismos muy peculiares: las bacterias que viven en ambientes con muchísima salinidad. Nuestro objetivo era saber cómo eran capaces de soportarlo, y para hacerlo se nos ocurrió 'leer' la información genética de estos amantes de la sal. Por aquel entonces era técnicamente complicado, no como ahora.

**¿Cómo fue el salto a la biología molecular?**

Al 'leer' el libro de instrucciones que tenemos todos los seres vivos, incluidos estos tan simples y pequeños, observamos que había unas regiones que se repetían como una misma palabra que se repite muchas veces en un texto. Además, ocurría de forma regular, lo cual nos llamó la atención. Meses más tarde, comprobamos que se había encontrado algo parecido en *Escherichia coli*. La peculiaridad no era exclusiva, y por tanto, tendría que estar en muchos organismos, cumpliendo una función importante.

**Y a partir de ahí se dedicaron a averiguar cuál podría ser esa función. ¿Cuándo supieron que estaban ante algo tan grande?**

Estábamos seguros de que era importante, lo difícil fue averiguar la función biológica de estas regiones; tardamos diez años. En el 93 publicamos el primero de los artículos, pero hasta 2003 no descubrimos que se trataba de un sistema de inmunidad para defenderse frente a virus, con memoria capaz de recordar un registro de infecciones. Los CRISPR, promovidos por una infección de un virus, le cogen material genético a ese virus y lo meten en el de la bacteria en la que se encuentran. Eso supuso una revelación tremenda desde el punto de vista biológico, un reto para la teoría de la evolución basada en la selección natural.

**¿Por qué fue rechazado por varias revistas científicas y se tardó tanto en publicar?**

La microbiología no suele tener repercusión hasta que afecta a otros campos, en especial a la medicina. Quizá era demasiado rompedor, demasiado novedoso. Fue muy frustrante que dudaran de su relevancia. Es posible que faltara un apoyo experimental o que no estuviera claro para qué podía servir, pero el valor desde el punto de vista biológico era evidente. No hace falta ser un genio para ver ciertas cosas.

**Usted le puso hasta el nombre. ¿Por qué CRISPR?**

No sé en qué estaría pensando [risas]. Inicialmente bauticé la familia de repeticiones con otro nombre. La primera vez que describimos sus características vimos que se trataba de repeticiones

«Es una satisfacción que la investigación básica en microbiología haya dado lugar a una herramienta para editar genomas de mamíferos»

«Se publican alrededor de diez 'papers' al día sobre CRISPR, es una barbaridad»

«El 50% de la población tiene mutaciones que podrían desencadenar alguna enfermedad, y todas ellas serían susceptibles de tratarse con terapia CRISPR»

cortas regularmente espaciadas. Así que las llamamos SRSR (*Short Regular Space Repeat*) y me pareció una solución estupenda. Un año más tarde, un grupo de investigación de Holanda contactó conmigo porque habían encontrado unos genes al lado de estas repeticiones y amenazaba con darle otro nombre distinto. Al final consensuamos renombrarlo, y de todas las opciones que les propuse, a ellos les encantó lo de CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interesparadas). No creo que a nadie se le ocurra cambiarlo ahora.

**Aunque fuera el primero, ha habido mucha gente involucrada en su desarrollo, como Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna. ¿Qué sintió cuando vio que un estudio de ciencia básica como el suyo había servido para desarrollar la técnica de edición del genoma?**  
El avance se ha logrado gracias al trabajo, no solamente de mi grupo de investigación, sino al de todos los que se incorporaron a partir de 2005 –hasta entonces a casi nadie le importaban estas repeticiones–. En 2012 se comprobó que lo que hacían los CRISPR era cortar ADN, y en 2013 lo que era una posibilidad se convirtió en realidad. Fue una satisfacción que la investigación básica en microbiología diera lugar a una herramienta para editar genomas de mamíferos. Después se comprobó que lo hace muchísimo mejor que cualquier otra técnica disponible.

**El pasado febrero, EE UU otorgó una serie de patentes sobre la**

**tecnología CRISPR Cas9 al Broad Institute tras un litigio de más de un año con la Universidad de California. ¿Qué opina de esta decisión con un potencial lucrativo de unos 45.000 millones de euros?**  
Euro arriba, euro abajo, sí [risas]. Igual se han quedado cortos con esa estimación. El 50% de la población tiene mutaciones genéticas que podrían desencadenar alguna enfermedad, y en principio todas ellas serían susceptibles de tratar con terapia CRISPR. Además, herpes, papiloma, sida, hepatitis B y muchísimos otros virus se podrían abordar también con esta tecnología. Y en cáncer y envejecimiento, lo mismo. Es un fallo raro, no hay incompatibilidad entre las dos patentes. Una reclama el uso para edición de genomas en general y la otra el uso de esta herramienta de edición en eucariotas en particular.

**¿Qué aplicaciones de CRISPR son reales en la actualidad y cuáles se esperan para el futuro?**  
A día de hoy, es la mejor herramienta para hacer estudios de genómica funcional: identificar y reproducir defectos genéticos responsables de enfermedades en animales de laboratorio para su estudio como modelos, ver cómo evolucionan y poner a prueba algún tratamiento. Lo siguiente será utilizar esta misma herramienta como un agente terapéutico para curar directamente en el paciente esos trastornos.

**De ahí los primeros ensayos clínicos en humanos que ya se están llevando a cabo en China...**  
Sí, en China ya han empezado estos ensayos pioneros que van a aplicar la técnica CRISPR de forma terapéutica, y otros grupos

están reclutando pacientes. En EE UU está previsto que empiecen pronto.

**¿Y en España?**  
Algún día entiendo que sí. Pero hay que tener en cuenta que China ha identificado muy bien CRISPR como una prioridad en investigación. Y ahí tienes los resultados.

**¿Qué riesgos deben considerar los científicos en este sentido?**  
Como agente terapéutico en humanos hay que asegurarse de que no haya efectos colaterales, que serían permanentes porque CRISPR modifica la información genética. Aunque de vez en cuando saltan todas las alarmas, parece bastante demostrado que el número de efectos secundarios es bajo. Lo ideal es que no haya absolutamente ninguno, y la técnica se está depurando para evitarlo.

**¿Cómo valora la regulación sobre los límites éticos y riesgos para la salud?**  
Debe ponerse a la altura de las circunstancias, tanto la española como la europea. Es frustrante tener la posibilidad de hacer maravillas y que no se puedan llevar a cabo por restricciones legales que solo en algunos casos pueden estar justificadas. No se puede estar esperando eternamente porque la tecnología avanza muy rápido.

**Su nombre sigue sonando como candidato a los Premios Nobel, tanto de Medicina como de Química. ¿Se ve con posibilidades de conseguir el galardón?**  
Ni me lo planteo. Como con todos los premios en general, uno no puede esperar a que se lo den. Así, si ocurre, lo disfrutas. Pero



Francisco Mojica suena como candidato al Nobel. IMAGEN Sinc

**«Fue muy frustrante que dudaran de la relevancia de CRISPR; quizá era demasiado rompedor»**

no puedes elucubrar sobre esto y menos cuando es un galardón del nivel del Nobel. La probabilidad es bastante más que remota.

**Si pudiera elegir, ¿con cuál de los dos premios se sentiría más identificado, Medicina o Química?**  
Química, aunque más de uno se vaya a enfadar por esta respuesta.

**Teniendo en cuenta la velocidad a la que se publica, ¿vamos a seguir hablando de CRISPR muchos años?**  
Es una barbaridad, se publican

alrededor de diez *papers* al día, así que me temo que sí [risas]. Se están identificando variantes de sistemas CRISPR. Hay varias alternativas a lo que se está usando ahora mismo, que van a ampliar todavía más la versatilidad, funcionalidad y aplicabilidad de estos sistemas. En cualquier caso, si dejamos de hablar de CRISPR, será buenísimo. Querrá decir que se habrá descubierto algo –gracias a la investigación básica– aún mejor que CRISPR. Y eso sería una noticia fenomenal.

El descubrimiento de CRISPR Cas9, una tecnología que permite editar de manera sencilla el ADN de cualquier organismo, ha convertido a la bioquímica estadounidense **Jennifer Doudna**, su coinventora, en una de las científicas más influyentes del mundo. La herramienta está siendo ya aplicada en el tratamiento de ciertos tipos de cáncer y enfermedades de retina. Para otro tipo de usos, como la manipulación de embriones humanos, Doudna pide responsabilidad y precaución a la comunidad científica.

ANA HERNANDO | 01 JULIO 2017



Jennifer Doudna, catedrática de Química y Biología Molecular de la Universidad de California. IMAGEN Sinc

«Tenemos una herramienta que se puede usar para controlar el futuro de la especie humana»

En 2012, Jennifer Doudna (Washington DC, 1964) realizó, junto a su colega Emmanuelle Charpentier, uno de los descubrimientos más monumentales de la biología: una herramienta con la que se puede editar de forma sencilla y barata el ADN de cualquier organismo. Ahora, científicos de todo el mundo esperan que esta tecnología de corta-pega genético, CRISPR Cas9, sirva para reescribir genes defectuosos y permita tratar enfermedades como el cáncer y el sida. También se habla de usos más polémicos, como la manipulación de embriones.

Este avance ha convertido a esta catedrática de Química y Biología Molecular de la Universidad de California (Berkeley) en una celebridad cuyo nombre suena para el Nobel.

**Entre los usos más polémicos que se puede hacer de CRISPR figura la manipulación de embriones humanos. ¿Qué opina de ello?**

Mi opinión ha cambiado en los dos últimos años. Cuando desarrollamos esta tecnología pensé que no debería usarse para introducir cambios en el ADN de embriones humanos, pero ahora pienso que CRISPR puede ser útil para entender qué genes son importantes en la división celular temprana y para que los embriones estén sanos. Esto es lo que está haciendo, por ejemplo, el Francis Crick Institute en Reino Unido.

**¿Le inquieta la investigación que se está realizando en China con embriones humanos?**

No sabemos realmente lo que se está haciendo en China. Me parecería inapropiado que alguien se apresurase en el uso de esta

herramienta para crear bebés con cambios en el ADN. Esto plantea muchas cuestiones éticas y todavía no conocemos la tecnología lo suficiente como para saber si va a ser segura para ese propósito.

**¿Es la eugenesia una de estas preocupaciones?**

Es uno de los temas que surgen cuando piensas en hacer modificaciones permanentes en el ADN. CRISPR Cas9 permite realizar cambios en embriones que podrían ser heredados por futuras generaciones. Es algo muy profundo, tenemos una herramienta que se puede usar para controlar el futuro de la especie humana.

**Suena bastante aterrador...**

Lo que hace que CRISPR Cas9 sea una tecnología tan poderosa y a la vez cause temor es que es muy accesible y fácil de utilizar por los investigadores. Por ello, es difícil imponer muchas regulaciones. Habrá que confiar en la responsabilidad de la comunidad científica y en el trabajo de las agencias reguladoras de los países.

**¿No es difícil poner límites a la manipulación de embriones si se aplica para evitar enfermedades genéticas hereditarias?**

Tenemos que avanzar de manera ética, pero no podemos impedir que la investigación mejore la calidad de vida de la gente. Muchas personas ven a CRISPR Cas9 como una herramienta que podría ayudar a eliminar las enfermedades genéticas hereditarias que afectan grave y profundamente su vida. Tenemos la responsabilidad de participar en esa conversación, pero también actuar con precaución.

«Me parecería inapropiado que alguien se apresurase en el uso de esta herramienta para crear bebés con cambios en el ADN»

«CRISPR Cas9 podría ayudar a eliminar las enfermedades genéticas hereditarias»

Jennifer Doudna es una de las científicas más influyentes del mundo. **IMAGEN** Sinc

«Tenemos que avanzar de manera ética, pero no podemos impedir que la investigación mejore la calidad de vida de la gente»

«Estoy preocupada por la financiación pública de la ciencia en EE UU»

**¿En qué otras áreas habría que evaluar los límites éticos del uso de CRISPR Cas9?**

Hay tres grandes áreas. Una es la de los embriones humanos. Otra es la agricultura. Tenemos que entender cómo esta tecnología podría afectar a los cultivos y los ecosistemas. Y el tercer ámbito es lo que se denomina *gene drive*, que es usar la edición para introducir un rasgo genético en una población muy rápidamente. Por ejemplo, la tecnología CRISPR ya se está utilizando para crear mosquitos incapaces de propagar la malaria. Esto puede ser crucial para detener esta plaga, pero también puede tener un impacto ambiental.

**Científicos chinos lo han utilizado para eliminar un gen que favorece el cáncer de pulmón y una firma de EE UU va a hacer un ensayo clínico para tratar enfermedades de retina. ¿Cómo valora estos avances?**

Estoy muy emocionada con estos dos ejemplos. La oportunidad de combinar la edición de genes con la inmunoterapia contra el cáncer va a mejorar la eficacia de estos tratamientos. También puede funcionar muy bien en el tratamiento de enfermedades de retina, porque es una zona muy localizada y no nos tenemos que preocupar de lo que sucede en el resto del cuerpo del paciente.

**También se tienen expectativas en tratamiento de enfermedades genéticas de la sangre...**

Sí, como la anemia de células falciformes. Sería posible extraer células de los pacientes, editarlas en el laboratorio, confirmar que está bien hecho y volver a introducir las células en las personas.

**Es increíble la explosión de centros de investigación y firmas de biotecnología haciendo cosas con CRISPR Cas9. ¿Le asusta o está esperanzada?**

No me asusta en absoluto, pero creo que es importante asegurarse de que todos estos experimentos se estén haciendo de manera apropiada y regulada. Aunque las terapias que acabamos de mencionar no implican cambios en el ADN heredables por futuras generaciones, habrá que evaluar su eficacia para tratar enfermedades.

**Usted siempre dice que su descubrimiento está basado en la investigación fundamental. ¿En qué está trabajando ahora?**

Seguimos investigando la biología de las vías de CRISPR en bacterias. Hemos encontrado nuevos ejemplos de estos sistemas que tienen diferentes enzimas y pueden tener aplicaciones valiosas. Soy bióloga y lo que me gusta es entender la naturaleza y cómo las bacterias interactúan con los virus en su entorno, por eso continúo haciendo investigación básica.

**¿Y en aplicaciones?**

Para que la tecnología CRISPR Cas9 sea útil es preciso desarrollar formas eficaces de llevar las moléculas editadas al interior de los tejidos. En ese gran desafío estoy trabajando ahora en el Innovative Genomic Institute que he puesto en marcha.

**¿Qué opina de la sentencia que ha fallado a favor del Broad Institute en la disputa por la patente sobre los derechos de propiedad intelectual de CRISPR Cas9?**

En EE UU esta disputa seguirá. La Universidad de California ha apelado la decisión y vamos a



ver cuál es el resultado. En cualquier caso, estamos muy contentos porque la Oficina Europea de Patentes y también Reino Unido han aprobado nuestra patente.

**¿Ha afectado este conflicto a su trabajo de alguna manera?**

La lucha por los derechos continuará, pero no afecta a mi trabajo. Lo bueno de esta tecnología es que los grupos de investigación pueden utilizarla sin ninguna preocupación por patentes ni licencias. Las empresas que estén trabajando con CRISPR Cas9 para un uso comercial sí tendrán que estar atentas.

**¿Cree que la política de la administración de Donald Trump va a repercutir en su investigación de alguna forma?**

Estoy preocupada por la financiación pública de la ciencia en

EE UU. Estamos ya viendo una reducción. Creo que va a ser una tragedia. La infraestructura científica que tenemos ha sido una verdadera fuerza motora de descubrimientos. Los recortes van a tener un efecto terrible tanto para la economía como en los nuevos avances científicos. También en las tecnologías que podrían resolver problemas de la humanidad.

**¿Cómo lo compara con la estrategia que siguió Obama en este ámbito durante su mandato?**

Es una cuestión interesante. La administración demócrata de Obama apoyó mucho la investigación, pero tuvo que afrontar grandes retos en la economía que frenaron la expansión de la financiación pública durante su mandato. En el pasado, los gobiernos republicanos han

dado mucho respaldo a la financiación estatal de la ciencia. Por eso, tengo alguna esperanza de que nuestro Congreso, que está dominado por el partido republicano, respete la importancia de invertir en ciencia si quiere que la economía crezca.

**¿Qué opina de Francisco Mojica? Es nuestro héroe local en CRISPR...**

Es un científico fantástico y una persona increíble. Su investigación fue una de las razones por las que empecé a trabajar en CRISPR. Publicó un trabajo que mostraba que en las bacterias hay una secuencia en el ADN, que él denominó por primera vez CRISPR, que almacena una especie de memoria genética de pasadas infecciones víricas. Fue la primera evidencia de que las bacterias podrían tener un sistema inmunitario adaptado.

# Principia, una revolución firmada por Newton

Pese a la reticencia del matemático Isaac Newton (1642-1727) a ver publicados sus descubrimientos por si otros se apropiaran de su trabajo, por fin el 5 de julio de 1687 llegaba a las librerías *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

Su amigo, el astrónomo inglés Edmund Halley, no solo animó a Newton a escribir y presentar su obra, también se hizo cargo del pago de la impresión, las correcciones y los temas editoriales.

Dividido en tres partes, *Principia* dio un vuelco al pensamiento occidental al describir por primera vez las tres leyes del movimiento, que muestran cómo las fuerzas naturales que gobiernan la Tierra y rigen los movimientos de los cuerpos celestes son las mismas.

Además, en este libro se establecieron los fundamentos de la ley de la gravitación universal, que mucho más tarde revisaría Einstein en su teoría de la relatividad general.

Por sus aportaciones y trascendencia, *Principia* se considera una de las obras más importantes de la historia de la ciencia. La copia personal de Newton de su primera edición, con anotaciones y correcciones manuscritas del autor, se conserva en la biblioteca Wren del Trinity College de Cambridge.



# 120 años con la misteriosa Dama

Cuando la Dama de Elche fue descubierta por un joven labrador del campo de La Alcuñia (Alicante), todavía conservaba restos de la pintura que un día cubrió sus labios, mantilla y manto. La escultura, que data de los siglos V y IV a. C, representa el busto de una mujer ataviada con un gran tocado.

Los misterios que rodean a esta célebre escultura labrada en piedra caliza no se han resuelto, ya que aún no se sabe cuándo ni quién trasladó la pieza hasta su escondrijo, ni si el busto personifica a una diosa, a una sacerdotisa o una noble.

Hoy esta pieza se exhibe en el Museo Arqueológico Nacional de Madrid, pero su primer destino fue Francia. Pocos días después de su hallazgo, fue adquirida por el arqueólogo galo Pierre Paris para el Museo del Louvre, el que sería su hogar hasta el inicio de la Segunda Guerra Mundial, cuando regresó a España.

En 2005, un equipo del CSIC examinó la estructura de sus capas de pintura y la antigüedad del pigmento, y demostró la autenticidad de esta obra de arte.

**4 DE AGOSTO, 1897:  
LA DAMA DE ELCHE  
ES DESCUBIERTA.**



#CIENCIAILUSTRADA  
agenciasinc.es



TERESA TARRAGÓ, CONSEJERA DELEGADA Y COFUNDADORA DE IPROTEOS

# La bióloga que busca financiación para vencer las barreras de la esquizofrenia

ANA HERNANDO | 23 SEPTIEMBRE 2017

Teresa Tarragó colgó hace seis años la bata de laboratorio y creó Iproteos, una firma de biotecnología que ha desarrollado un compuesto para tratar los problemas de aprendizaje de los pacientes de esquizofrenia, contra los que no hay ningún medicamento. Gracias a su tesón, la empresa ha cerrado una ronda de financiación de capital riesgo de 1,5 millones de euros. Su objetivo es llevar el nuevo fármaco al ensayo en humanos, que se iniciará en 2018.

En 2011, la bióloga molecular Teresa Tarragó (Corbera d'Ebre, Tarragona 1974) dejó su trabajo a tiempo completo en el Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona (IRB) para crear la empresa de biotecnología Iproteos. Su idea era convertir en fármaco una molécula descubierta en el curso de sus investigaciones,

denominada IPR-19, que había mostrado un gran potencial en el tratamiento de los problemas cognitivos que sufren los pacientes con esquizofrenia: dificultades de concentración y aprendizaje para las que no hay tratamiento farmacológico.

A partir de ese momento, esta *spin-off* del IRB y de la Universidad

de Barcelona se embarcó en la odisea de lograr financiación. «De lo primero que tiramos fue de la inversión de amigos y familiares –lo que en la jerga se llama FFF: *family, friends and fools*–. Luego, en 2014 lanzamos una campaña de micromecenazgo por acciones, con la que conseguimos 100.000 euros, que en el ámbito



Teresa Tarragó, en la sede de Iproteos. IMAGEN PCB

de desarrollo de fármacos es una cantidad muy pequeña, pero que nos sirvió para darnos a conocer», comenta Tarragó a Sinc.

El proyecto también logró una ayuda pública de 500.000 euros en 2015. Y el último espaldarazo recibido por la compañía –ubicada en el Parque Científico de Barcelona– ha sido el cierre de una

ronda de financiación de 1,5 millones de euros, liderada por Caixa Capital Risc. «Esta inversión de capital riesgo nos va a permitir continuar con nuestra innovación en el tratamiento de la esquizofrenia», subraya la directiva.

De acuerdo con los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), hay unas 21 millones

### Computación para llegar a la diana de la enfermedad

En su camino hacia el mercado mundial, la empresa de Tarragó cuenta con una herramienta fundamental: una plataforma propia, llamada IPROTech, con la que han desarrollado todos los compuestos de Iproteos.

«Pretendemos ampliar la internacionalización de IPROTech mediante acuerdos estratégicos con grandes farmacéuticas, a la vez que seguimos avanzando en nuestra cartera de compuestos», dice la bióloga molecular.

Su plataforma combina herramientas informáticas y biotecnológicas para acelerar el diseño de fármacos basados en péptidos con herramientas de química computacional muy avanzadas. «IPROTech nos ha permitido encontrar un nuevo tipo de moléculas, los peptidomiméticos, que tienen permeabilidad a través de la membrana celular. Por eso podemos abordar muchas enfermedades distintas. La tecnología hace posible que el fármaco alcance el lugar de acción y sea altamente eficaz».

### Los problemas cognitivos incapacitan a las personas con esquizofrenia para estudiar, trabajar y ser independientes

### El fármaco, que penetra en el cerebro para tratar los déficits en el aprendizaje, se probará en humanos en 2018

de personas en el mundo que padecen esquizofrenia. Tarragó indica que la cifra suministrada por la OMS podría ser más del doble si se incluyeran los enfermos que no están diagnosticados.

Esta enfermedad mental grave causa alucinaciones auditivas, visuales y delirios paranoicos, que afectan a la forma en que las personas manejan las emociones y se relacionan con otros. El comienzo de los síntomas ocurre generalmente al final de la adolescencia o en adultos jóvenes.

Para los síntomas relacionados con las alucinaciones si existen medicamentos: los antipsicóticos. «Sin embargo –añade–, se ha demostrado que uno de los síntomas más incapacitantes de esta enfermedad son los problemas cognitivos, que preceden al inicio de la enfermedad y continúan después de que aparezcan los síntomas psicóticos».

Entre estos déficits cognitivos se encuentran las dificultades para concentrarse y llevar a cabo tareas complejas, que hacen que los pacientes tengan grandes trabas para continuar con sus estudios, trabajar y ser totalmente independientes en su vida. «Estos efectos tienen un impacto social muy elevado y no existe en la actualidad ningún tratamiento para ellos», destaca Tarragó.

**UNA NUEVA FAMILIA DE COMPUESTOS BASADA EN PÉPTIDOS** El compuesto IPR-19 de Iproteos pertenece a una nueva familia de pequeñas moléculas llamadas peptidomiméticos. El compuesto es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica –un muro protector del cerebro, infranqueable para muchos de los fármacos que existen en el mercado–. La experta indica que

«se dirige específicamente a tratar los déficits en el aprendizaje ocasionados por la esquizofrenia y mejora la cognición».

La eficacia del fármaco se ha probado en modelos animales de la enfermedad. Mediante una batería de ensayos, en los que se pone a prueba la memoria de trabajo y la memoria espacial, han demostrado que la administración de IPR-19 es capaz de revertir el déficit en cognición en ratones hasta alcanzar los niveles basales, según un estudio publicado en la revista *European Neuropsychopharmacology* en diciembre de 2016.

El nuevo fármaco está ahora en fase preclínica de regulación. En esta etapa se realizan estudios de toxicidad en animales para saber si existe algún efecto en el corazón, el hígado o algún otro órgano.

«Esta fase –comenta Tarragó– sirve para mostrar la seguridad del producto y para que la Agencia Europea del Medicamento nos autorice a realizar las primeras pruebas en humanos en fase I, que se realiza con un grupo reducido de voluntarios sanos y que iniciaremos en 2018». En este periodo se estudian los efectos adversos, se mide la farmacocinética y se evalúan las dosis. «Después pasaremos a la fase 2A, donde se realizan las pruebas de eficacia con enfermos de esquizofrenia, prevista para 2019. Para abordarla tendremos que recurrir a nueva ronda de financiación», indica.

**MULTINACIONALES INTERESADAS** Tras estas pruebas, la idea es licenciar el compuesto a una gran farmacéutica. Según explica Tarragó, «después de demostrar la eficacia en pacientes, el fármaco ya resulta interesante para las multinacionales,



El compuesto desarrollado por la firma pertenece a una nueva familia de moléculas pequeñas derivadas de péptidos con propiedades mejoradas. En la imagen, investigadores de la compañía. **IMAGEN** Iproteos

### «La idea es licenciar nuestro fármaco a una gran farmacéutica para que realice los estudios clínicos a gran escala y la comercialización»

que son las que tienen la capacidad de realizar los estudios clínicos a gran escala, con un número de pacientes mucho mayor y hacer todo el proceso de marketing y comercialización».

Ya hay varias grandes compañías del sector interesadas en el nuevo fármaco de Iproteos. El compuesto IPR-19 es el que está más avanzado, pero esta firma, que cuenta con una plantilla de tan solo diez personas, está también desarrollando proyectos en ámbitos como la epilepsia y la aterosclerosis.

Además, en colaboración con el Instituto de Investigación Vall

d'Hebron, la compañía está trabajando en el desarrollo de compuestos basados en péptidos para un tipo de cáncer pediátrico denominado rhabdomyosarcoma, el sarcoma de partes blandas más común en niños. «Ya hay varias moléculas que están siendo evaluadas *in vitro* con resultados prometedores», dice la directiva.

Tarragó tiene grandes ambiciones para su pequeña empresa científica. «Queremos convertirnos en un referente mundial en el campo de diseño de fármacos capaces de actuar allí donde los métodos tradicionales no consiguen llegar», concluye.

El mundo entero es testigo de fenómenos extremos cada vez más dramáticos, como los huracanes que han arrasado el Caribe y Puerto Rico. La ciencia tiene una explicación. **María José Sanz**, directora del Basque Centre for Climate Change, recuerda que la crudeza que han cobrado estos eventos tiene que ver con la acción humana y el cambio climático: el agua del océano almacena más energía que antes.

EVA RODRÍGUEZ NIETO | 26 SEPTIEMBRE 2017



María José Sanz, directora del BC3 IMAGEN Ikerbasque

«Hay más huracanes porque estamos rozando un punto de inflexión climático»

Primero el huracán Irma, que causó estragos en las islas del Caribe y Florida, y después María, que arrasó Puerto Rico, han puesto en alerta al mundo por la magnitud de estos fenómenos atmosféricos cuya crudeza va en aumento como consecuencia del cambio climático. María José Sanz (Valencia, 1963) dirige el Basque Centre for Climate Change (BC3), una institución implicada en el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

**Estamos sufriendo huracanes cada vez más intensos y devastadores.**

**¿Qué papel tiene el cambio climático en este proceso?**

Estos ciclones ocurren porque hay ciertos puntos de inflexión en los procesos físicos que regulan el clima y, una vez que se pasan, ciertos fenómenos se aceleran. Es muy probable que estemos muy cerca o hayamos pasado el punto de inflexión.

**¿Por qué se concentran en el Caribe?**

En el Atlántico y el Caribe estos fenómenos suceden porque el agua del océano almacena más energía que antes. Pero también se observa una tropicalización en el Mediterráneo debida al calentamiento de la superficie del agua, que está provocando tornados sobre este mar.

**Pero los tornados en el Mediterráneo no son nuevos...**

Siempre ha habido pequeños tornados, pero ahora se dan con más intensidad no solo en el Mediterráneo, también en el Caribe. Se han alterado los grandes fenómenos que regulan el clima. Por ejemplo, el anticiclón de las Azores ya no se coloca donde debería.

Esto hace que pasen borrascas por el norte de España y tengamos el tiempo anómalo de este verano.

**¿El derretimiento del hielo ártico también tiene algo que ver?**

Que se haya fundido gran parte de la capa de hielo en el Ártico implica un descenso de las corrientes marinas, lo que altera la circulación oceánica, que es otro regulador del clima. Y eso no se cambia de un día para otro. Aunque dejáramos de emitir CO<sub>2</sub> hay procesos que continuarían acelerándose.

**En España lo que preocupa es la sequía, que se prevé como la peor en los últimos veinte años.**

Siempre ha habido ciclos de sequía con ritmos bastante más amplios que los actuales. En España, los cambios en el uso de la tierra de los últimos siglos influyen en la climatología. Pero, además, dependemos mucho de la energía hídrica. Cuando hay sequía, utilizamos otros tipos de energía que aumentan las emisiones.

**¿Lo estamos haciendo bien a la hora de adaptarnos al cambio climático?**

España siempre ha sufrido este tipo de fenómenos. Por ejemplo, ya se ha debatido mucho sobre cómo gestionar de forma más racional el agua para la agricultura. Ahora habrá que poner más énfasis en la conservación y en la respuesta a otras demandas de agua, porque tenemos un turismo muy intenso, que provoca fuertes variaciones en el consumo humano.

**¿Qué ocurrirá con el Acuerdo de París?**

El Acuerdo de París supone un cambio radical de paradigma: todos los países, tanto desarrollados

como en vías de desarrollo, toman conciencia de que hay un problema. Todos coinciden de forma voluntaria en que deben hacer algo, lo exponen públicamente y se comprometen a que les hagan un seguimiento. Antes, los únicos que tenían obligación de hacer algo para reducir emisiones, según el Protocolo de Kioto, eran los países desarrollados.

**¿Qué supone el boicot de Donald Trump a este acuerdo?**

Como EE UU es uno de los motores del Acuerdo de París, al cambiar políticamente parece que se desvincula. Sin embargo, la sociedad estadounidense no se desliga del problema y, de hecho, su Senado ha destinado una partida presupuestaria para apoyar la convención del IPCC.

**¿Y las otras grandes economías?**

China, que tiene problemas muy graves de contaminación atmosférica, ha visto una ventana de oportunidad económica en tecnologías contra el calentamiento global. Hoy es la primera potencia en equipos de energía eólica del mundo. El sector privado está cambiando a mayor velocidad de lo que nosotros percibimos. Hay nuevas oportunidades de negocio.

Galicia es la región de España con mayor concentración de radón en las viviendas y una de las más altas de Europa. **Alberto Ruano Raviña**, de la Universidad de Santiago de Compostela, quiere crear un mapa del radón en los interiores para que se tomen medidas de protección.

EVA RODRÍGUEZ NIETO | 05 OCTUBRE



Alberto Ruano Raviña, en su despacho de la Universidad de Santiago de Compostela. IMAGEN cedida

## «España necesita más legislación contra el radón porque es cancerígeno»

El radón es la segunda causa de cáncer de pulmón después del tabaco. Entre el 3% y el 14% de los tumores pulmonares están provocados por la exposición a este gas, un porcentaje que puede ser aún mayor en ciertas zonas.

Este es el caso de Galicia, que tiene una concentración media de radón de 99 becquerelios por metro cúbico de aire ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) en las viviendas. En municipios como Bueu (Pontevedra), el 57% de todas las casas presenta más de 300

$\text{Bq}/\text{m}^3$ . La OMS recomienda un nivel de referencia de  $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$  y fija un máximo de  $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ .

Los resultados para la comunidad gallega los ha recabado durante años el Laboratorio de Radón de Galicia. Su estudio más

reciente, publicado en el *Journal of Radiological Protection*, destaca el alto nivel de radón dentro de las viviendas del noroeste peninsular en comparación con otras regiones de la UE.

«Con más de 3.200 mediciones, elaboramos un mapa para dar a conocer lo que ya habíamos advertido: que Galicia es una zona de elevada emanación de radón y que existen diferencias entre zonas geográficas dentro de la misma Comunidad Autónoma», explica Alberto Ruano Raviña, profesor de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Santiago de Compostela y firmante del trabajo.

**DAÑA EL PULMÓN Y ALTERA GENES** El radón es un gas noble pesado, radiactivo, incoloro, inodoro e insípido. Se convierte en cancerígeno porque, cuando es inhalado, partículas alfa emitidas por él y por sus productos pueden dañar el tejido pulmonar, causar alteraciones genéticas y conducir al cáncer de pulmón.

«Es necesario contar con más legislación en España por su claro efecto cancerígeno. La directiva europea de 2014 dice que los estados de la UE tienen de límite hasta marzo de 2018 para trasponer esa directiva. Además, el radón se debe incluir en los códigos técnicos de edificación para hacer viviendas libres de este gas y debe existir un plan de acción frente al radón. España tiene mucho por hacer», añade Ruano Raviña.

**OURENSE, LA PROVINCIA CON MÁS RADÓN EN INTERIORES** Su objetivo era describir la distribución y estimar el porcentaje de viviendas que exceden los niveles de referencia. Al analizar los resultados por

provincia, Ourense tiene la concentración media más alta de radón en interiores y le sigue Pontevedra, también al sur de Galicia.

En conjunto, alrededor del 49,3% de las viviendas están expuestas a concentraciones por encima del baremo de referencia. Ruano Raviña añade: «En Pontevedra y Ourense hay más porque el subsuelo tiene más uranio. Son rocas de naturaleza granítica».

**MITOS SOBRE CÓMO ELIMINAR EL RADÓN** Alrededor de este problema han surgido falsas creencias. «Hay que desterrar la idea de que por vivir en una construcción de granito vas a tener mucho radón en tu casa. No tiene que ser así. Lo importante es lo que hay debajo», insiste.

Este gas tiende a acumularse en los pisos inferiores, sin embargo, el problema puede afectar a más partes de las casas. «En primer lugar, hay que estudiar si hay o no radón en un domicilio. Según la directiva europea, las nuevas construcciones y lugares de trabajo deben tener una protección contra la entrada del radón», expone Ruano Raviña.

«Podemos aplicar barreras activas o pasivas –continúa–, que consisten en aislar la casa con materiales baratos y sencillos; o en despresurizar el terreno debajo de la vivienda para extraer el radón del subsuelo y expulsarlo al exterior. Parece muy caro y complejo, pero no lo es».

Otro falso mito se refiere a la ventilación. «Hay quien cree que si hay mucho radón, se abren las ventanas y listo, pero no es verdad. Para que la ventilación sea efectiva se tiene que renovar el aire interior por completo, lo cual no es fácil, y menos en invierno».

El radón es la segunda causa de cáncer de pulmón después del tabaquismo: entre el 3% y el 14% de los casos se deben a la exposición a este gas

En Galicia, el 49,3% de las viviendas tienen concentraciones de radón por encima del nivel de referencia de la OMS

El estudio de Ruano alerta de los altos niveles de radón dentro de las viviendas del noroeste peninsular

Que una casa esté hecha de granito no implica que haya altas concentraciones de radón, ni ventilar es la solución

BASES CIENTÍFICAS DEL SENTIMIENTO MÁS OSCURO

# ¿Por qué nos odiamos?

LAURA CHAPARRO | 07 OCTUBRE 2017

Los genocidios, atentados y ataques violentos tienen algo en común: el odio. Cuando odiamos, se activa un circuito exclusivo en el cerebro. Ningún otro animal experimenta esta emoción destructiva que nos hace ver a los demás de forma binaria: pensar en términos de ‘nosotros-ellos’ tiene la poderosa habilidad de eliminar nuestra empatía. Si no lo controlamos, nos jugamos el futuro de la especie.

«Por supuesto que los odiábamos. El plan para matarlos estaba dispuesto y terminado. El odio estaba profundamente arraigado, de modo que cualquiera que veía a un tutsi lo mataba». Lauren Renzaho tenía cincuenta años cuando en 1994 participó en el genocidio de Ruanda. Así lo recoge el libro *La naturaleza del odio* (2010), de los psicólogos Robert J. y Karin Sternberg.

La etnia, la política, el territorio, la religión e incluso el trabajo y el amor pueden activar este oscuro sentimiento que deja su huella en el cerebro. Una investigación de Semir Zeki y John

Paul Romaya, dirigida por el University College de Londres y publicada en la revista *PLoS ONE*, reveló que, cuando odiamos a alguien, en nuestra mente se activa un circuito que no se registra con otros sentimientos como el miedo o el amor.

Los científicos mostraron a 17 voluntarios fotografías de personas que detestaban y midieron su actividad cerebral con imágenes de resonancia magnética. También les enseñaron fotos de individuos neutrales.

Cuando experimentaron odio, en los cerebros de los participantes se estimularon zonas de la

corteza y del subcórtecs asociadas con el comportamiento agresivo y la acción. Además, se puso en funcionamiento una parte de la corteza frontal relacionada con la predicción de movimientos de los demás.

También se activaron el putamen y la ínsula, dos áreas relacionadas con el amor romántico; sin embargo, apenas se desactivaban las áreas relacionadas con el juicio y el razonamiento –como sí ocurre con el amor–. Quien odia está alerta ante el adversario.

**EXCLUSIVAMENTE HUMANO** A diferencia de la agresividad o la ira,



Manifestante en una marcha por la paz celebrada en Medellín (Colombia) en octubre de 2016. Jóvenes universitarios salieron a las calles pidiendo el fin del conflicto armado con la guerrilla de las FARC. IMAGEN EFE

Mientras que la ira es una emoción básica para sobrevivir, el odio se construye culturalmente

que las especies ponen en marcha por supervivencia, detestar no tiene una clara finalidad biológica. «Mientras que la ira es una emoción básica, necesaria para sobrevivir, el odio es una emoción construida culturalmente», afirma a Sinc Fernando Broncano, catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad Carlos III de Madrid.

Su complejidad y el hecho de que se asocie a un contexto determinado dificultan definirlo e investigarlo, como se hace con otros sentimientos. Según el escritor científico Rush W. Dozier Jr., de forma general, el odio es

una emoción primitiva que sirve para atacar o evitar aquellas cosas que percibimos como una amenaza a nuestra supervivencia o reproducción.

«Cuando nos sentimos atrapados en una situación que nos atemoriza, existe una tendencia para que nuestra reacción pase al sistema límbico y a una respuesta agresiva primaria que puede evolucionar hasta el odio», cuenta el escritor en su libro *¿Por qué odiamos?* (2003).

Este tipo de respuesta no suele darse en el mundo animal. Es cierto que existen las violentas guerras entre chimpancés y los

Cuando odiamos, nos ponemos alerta: el cerebro activa áreas asociadas con la agresividad y la acción

Podemos ser sensibles al dolor de nuestros seres queridos y totalmente insensibles al de nuestros enemigos

«La civilización debe pasar del ‘nosotros-ellos’ primitivo al ‘nosotros-nosotros’ del sistema nervioso avanzado», dice Dozier Jr.

ataques hacia las crías de otras hembras, pero deben analizarse desde el prisma biológico y no del comportamiento humano, según los expertos.

«Dos o más chimpancés pueden hacer una coalición para atacar a otro individuo, normalmente macho dominante, que antes los ha maltratado. ¿Es odio, venganza o una mezcla de ambas? No lo podemos saber», aduce a Sinc Manuel Soler, catedrático de Biología Animal de la Universidad de Granada. Los ataques podrían explicarse, incluso, por el prestigio puesto en juego: al formar una coalición, los dos chimpancés salen beneficiados puesto que ascienden en la pirámide jerárquica del grupo.

**EL MISMO ORIGEN EVOLUTIVO** Como ocurre con la maldad, el odio aparece en el ser humano cuando toma consciencia de ello. No se trata de un instinto primario ni de algo racional. «El odio es un sentimiento que emergió evolutivamente de conjuntos más básicos de sensaciones corporales y emocionales que son comunes en humanos y otros primates, como el hambre y el miedo», señala a Sinc Henry Evrard, neuroanatomista en el Instituto Max Planck de Cibernética Biológica (Alemania).

Según Evrard, es muy probable que el odio sea un derivado humano de comportamientos básicos negativos, como el rechazo o la evitación, que se producen en todos los animales. Tanto nosotros como el resto de primates podemos tirar objetos, gritar o evitar a otro individuo si lo detestamos. El mecanismo es el mismo, pero la diferencia está en la consciencia de esa aversión, desconocida para el primate. Eso

también tiene su explicación en el cerebro.

El neuroanatomista ha estudiado lo que ocurre en la ínsula de los macacos, región cerebral relacionada con este sentimiento negativo. «La ínsula anterior humana es más grande y está más desarrollada que la del mono. Esta diferencia estructural podría proporcionar la base para sensaciones más refinadas en los seres humanos», razona Evrard. Por eso los monos pueden sentir y reaccionar como los humanos ante determinadas amenazas, pero carecen de la capacidad de percibir conscientemente eso que llamamos odio.

«Si aceptamos odio como la necesidad de actuar de forma irracional y gratuita contra aquello que odiamos, estamos ante un sentimiento que no tiene cabida en la naturaleza, dado que implica un consumo de energía y un riesgo innecesarios», subraya a Sinc Francisco Ortega, paleontólogo del grupo de Biología Evolutiva de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

**SIN EMPATÍA NO HAY PAZ** En ocasiones, este sentimiento exclusivamente humano desemboca en violencia. Quienes perpetran atentados terroristas, asesinatos o agresiones movidos por el odio comparten algo: la falta de empatía.

«La división binaria nosotros-ellos tiene la poderosa habilidad de eliminar nuestra empatía», mantiene Dozier Jr. Un estudio publicado en *PLoS ONE* demostró que ponernos en el lugar del otro está estrechamente relacionado con la cercanía afectiva que tengamos hacia esa persona.

En la investigación, los científicos analizaron el grado de dolor que sentían 66 participantes



Aunque las peleas entre otros primates, como los chimpancés, son habituales, no responden al sentimiento de odio consciente, como el humano. IMAGEN Pixabay

Otros primates agreden o evitan a sus semejantes, pero no son conscientes de su aversión

cuando imaginaban que alguien querido, un desconocido o una persona que odiaban se encontraba en una situación dolorosa.

Las puntuaciones más altas de dolor las experimentaron cuando pensaban que sus seres queridos sufrían. En el caso de las personas por las que sentían aversión, el dolor fue el más bajo, inferior incluso al que sentían hacia un desconocido.

«Esta falta de empatía por las víctimas es un distintivo del odio que se ha hecho evidente en incontables matanzas y genocidios», recuerda el escritor. «Podemos ser sensibles a los sentimientos de nuestra familia y amigos, e insensibles a los de nuestros enemigos», añade.

**LUCHA CONTRA LO IRRACIONAL** A pesar de ser un sentimiento irracional,

es posible minimizarlo con diferentes estrategias. «El estereotipo del ‘otro’ como causa de nuestros males, cuando falta un examen objetivo de estas causas, suele ser un producto salvaje de nuestros túneles mentales», describe Broncano.

Para controlar a este ser imaginario amenazante al que echamos la culpa de nuestras desgracias, lo mejor es tratar de racionalizarlo.

«El objetivo del mundo civilizado debe ser pasar de antigua orientación nosotros-ellos de nuestro sistema nervioso primitivo a una orientación nosotros-nosotros, orquestada por nuestro sistema nervioso avanzado», propone Dozier Jr.

Otra opción pasa por abordar el problema desde cuatro perspectivas diferentes, como plantean

los psicólogos Robert J. y Karin Sternberg. La primera es el pensamiento dialógico, analizar los actos desde el punto de vista de la otra persona. La segunda, el pensamiento dialéctico, es decir, comprender que una solución no es inmutable y que puede cambiar con el tiempo. La tercera, pensar a largo plazo y no limitarse al cortoplacismo –muy común en la sed de venganza–, y la cuarta, potenciar valores positivos, como integridad, honestidad o compasión.

«Solo educando y formando en la tolerancia y el respeto hacia los demás se puede alcanzar la sabiduría y, con ella, una sensibilidad hacia el bienestar de los otros y la coexistencia pacífica de los grupos», sostienen los psicólogos. El futuro de la especie está en juego.

CUENTA ATRÁS PARA EL TELESCOPIO ESPACIAL JAMES WEBB

# Siete preguntas sobre el colosal ojo dorado que observará el universo

ENRIQUE SACRISTÁN | 14 OCTUBRE 2017

El James Webb, que será el observatorio más grande jamás lanzado al espacio, despegará en 2019 para observar en el infrarrojo las primeras galaxias, el nacimiento de las estrellas y la formación de sistemas planetarios. Su gigantesco espejo bañado en oro se prepara para viajar por el tiempo del universo.



PÁGINA ANTERIOR El telescopio James Webb, con su enorme espejo segmentado de 6,5 metros de diámetro bañado en oro. IMAGEN NASA

## El presupuesto global del telescopio James Webb ronda los 10.000 millones de dólares

Es tan grande como una pista de tenis y su espejo presenta un área de 25 m<sup>2</sup>, siete veces mayor que la del Hubble

Los efectos del último huracán en Houston no alteraron las pruebas a las que se somete el telescopio James Webb (JWST) en el Johnson Space Center de la NASA, donde permanece aislado en una cámara criogénica esperando la cuenta atrás. El lanzamiento del sucesor del Hubble, previsto para 2019, inaugurará una nueva época.

¿Qué misiones le esperan a James Webb? ¿Cómo se ha construido este coloso de la ingeniería espacial? ¿Cuánto ha costado? Tres científicas de la Agencia Espacial Europea (ESA) y un investigador del CSIC nos han resuelto estas y otras preguntas en el Centro Europeo de Astronomía Espacial que tiene la ESA en la localidad madrileña de Villanueva de la Cañada.

Ellas son Catarina Alves, Macarena García y Elena Puga, que calibran algunos de los instrumentos del JWST en el Instituto de Ciencia sobre Telescopios Espaciales de la NASA en Baltimore (EE UU); y él, uno de los futuros usuarios del telescopio, Javier R. Goicoechea, del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (CSIC).

**¿QUIÉN FABRICA EL TELESCOPIO JAMES WEBB?** Es una iniciativa conjunta de la NASA, la ESA y la Agencia Espacial Canadiense (CSA), que colaboran en este proyecto desde 1996. Hasta 2002 se conocía como Next Generation Space Telescope, pero ese año fue renombrado en honor de James Edwin Webb, segundo administrador de la NASA y gran impulsor del programa Apolo.

El presupuesto del telescopio James Webb ronda los 10.000 millones de dólares, de los que

8.800 los aporta la NASA y unos 600 millones de euros la ESA.

**¿CUÁL ES SU MISIÓN?** Comprender cómo se pasó desde las estructuras primordiales del universo a la existencia de planetas con capacidad para albergar vida. En concreto, la observación de la luz infrarroja que llega desde las primeras galaxias, de las estrellas y otras galaxias en formación, así como de los sistemas protoplanetarios. También analizará sistemas planetarios consolidados y exoplanetas, en cuyas atmósferas podría detectar biomarcadores.

La comunidad científica ya ha planteado gran número de propuestas iniciales para acceder a los datos del JWST. El factor de presión para conseguir la información que facilita este telescopio es, probablemente, el más alto de la historia.

**¿EN QUÉ SE DIFERENCIA DEL HUBBLE?** En dos aspectos fundamentales: en su enorme tamaño y en que opera en el infrarrojo. El escudo solar del James Webb es tan grande como una pista de tenis y su espejo de 6,5 metros de diámetro presenta un área de 25 m<sup>2</sup>, siete veces mayor que la del Hubble.

Por su parte, trabajar con longitud de onda infrarroja permite 'viajar en el tiempo' y observar objetos muy lejanos y de pequeño tamaño. Por ejemplo, el Hubble, que trabaja en luz visible, capta difusos discos protoplanetarios en nubes de gas, pero los instrumentos infrarrojos y grandes espejos del JWST permitirán adentrarse en el interior de esos discos y analizar el origen de los planetas.

**¿QUÉ COMPONENTES TIENE?** El conjunto se asienta en una aeronave

Su misión es comprender cómo se pasó desde las estructuras primordiales del universo a la existencia de planetas con capacidad para albergar vida

Escudriñará el universo al menos durante cinco años, pero está previsto que pueda funcionar otros cinco más

sobre la que está el gigantesco escudo solar o parasol, dividido en cinco capas, que lo protegen del calor y la luz que llegan desde el Sol y la Tierra. Encima se sitúa el telescopio, formado por el espejo primario de 6,5 m con 18 piezas hexagonales. Está fabricado de berilio revestido de oro, un metal precioso que refleja muy bien la débil luz infrarroja para su posterior detección.

Justo detrás del espejo segmentado se ha montado un módulo científico con cuatro instrumentos. Tres operan en el infrarrojo cercano: la cámara NIRCам (de la NASA), el espectrógrafo NIRSpec (de fabricación europea) y la cámara-espectrógrafo NIRISS (canadiense); y uno en el infrarrojo medio: MIRI (también una cámara-espectrógrafo construida al 50% entre la NASA y la ESA). Un espejo secundario reflejará la luz del primario en estos instrumentos. Además, la nave cuenta con otros elementos, como antenas, estabilizadores y un sensor de guiado fino (FGS) para orientarse con enorme precisión.

**¿CUÁL ES SU ESTADO ACTUAL?** Tras una serie de pruebas en el centro Goddard de la NASA, en Maryland, el telescopio y el módulo científico (OTIS) llegaron el pasado mes de junio al Johnson Space Center de Houston (Texas). Allí, lejos del caluroso verano y del huracán Harvey que azotó el estado, OTIS se introdujo desplegado en una cámara criogénica para simular las gélidas condiciones en las que operará en el espacio, a -223 °C.

En paralelo, el conglomerado empresarial Northrop-Grumman unió el *spacecraft* y el escudo solar en sus instalaciones de

Redondo Beach (California). Aquí se llevará a cabo en 2018 la integración final de todo el observatorio, que luego viajará en barco para su lanzamiento desde el Puerto Espacial Europeo de Kourou, en la Guayana Francesa.

**¿CUÁNDO SE VA A LANZAR?** En principio estaba previsto que fuera en octubre de 2018, pero se ha retrasado al menos seis meses: a la primavera de 2019, con una ventana de lanzamiento entre marzo y junio. La integración de los distintos elementos va a tomar más tiempo del previsto.

Del lanzamiento se encarga la ESA, que aportará un cohete Ariane 5 ECA. Uno de los desafíos técnicos será introducir el enorme telescopio de 6,5 m y su parasol, aún más grande, en un cohete de 5 m de diámetro. De forma similar a 'meter un barco en una botella', el JWST se lanzará plegado para luego abrirse muy despacio en el espacio durante las tres primeras semanas de viaje.

**¿DÓNDE VA A OPERAR EL JWST?** Orbitará alrededor del punto de Lagrange L2, un lugar óptimo del sistema Sol-Tierra donde estabilizar y colocar este tipo de observatorios. Ese punto se localiza a 1,5 millones de kilómetros, una distancia lo suficientemente grande (por comparar, la Luna está a unos 384.000 km) como para que, si alguna vez se estropea el telescopio, no puedan ir a repararlo los astronautas, como sí hicieron con el Hubble.

En aquel lejano y frío punto L2 el telescopio James Webb escudriñará el universo al menos durante cinco años, pero está previsto que pueda funcionar otros cinco años más.

DESCUBRIMIENTO HISTÓRICO DE ONDAS GRAVITACIONALES CON LUZ

# La fusión de dos estrellas de neutrones abre una nueva ventana al universo

LAURA CHAPARRO | 16 OCTUBRE 2017

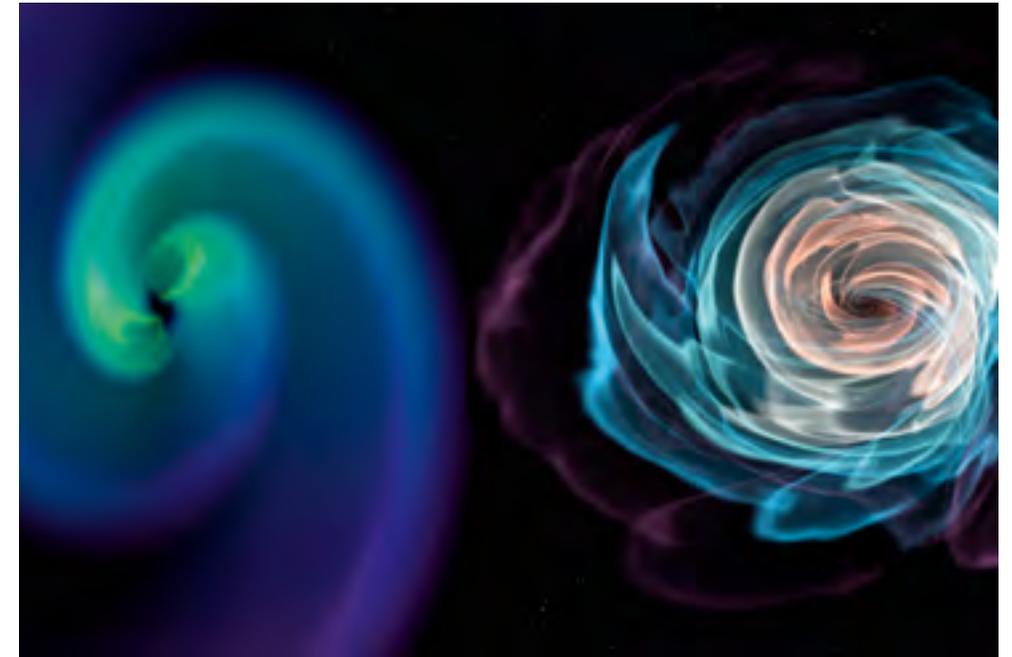
En agosto de 2017, los detectores LIGO-Virgo registraron unas ondas gravitacionales muy diferentes a las que los científicos estaban acostumbrados: iban acompañadas por luz. Apoyados por más de setenta observatorios terrestres y espaciales, los investigadores han revelado que las señales procedían de la fusión de dos estrellas de neutrones, la primera detectada en la historia.

Como si de una operación militar se tratase, un ejército formado por más de 3.500 científicos de todo el mundo, apoyados por tierra y aire por decenas de telescopios, ha cumplido con una misión: averiguar de dónde procedían las extrañas ondas gravitacionales registradas el pasado 17 de agosto por los dos detectores LIGO en EE UU. Son fruto del choque entre dos estrellas de neutrones, las más pequeñas y densas conocidas. Es la primera vez en la historia que se detecta este fenómeno.

Las ondas gravitacionales –perturbaciones en el espacio-tiempo predichas por Einstein– ya se habían detectado antes en cuatro fusiones de agujeros negros. Pero nada más ver la nueva señal –llamada GW170817–, los científicos se dieron cuenta de que respondía a un evento muy distinto: una emisión de radiación electromagnética la acompañaba. No podía tratarse de otra colisión de agujeros negros, que no emiten luz. El origen de esta nueva onda era un misterio.

Tras semanas de duro trabajo y en medio de un secretismo digno de una agencia de espionaje, la operación científica dio sus frutos. El cataclismo de las estrellas de neutrones se asoció a una espectacular erupción de rayos gamma en una galaxia situada a 130 millones de años luz, llamada NGC 4993.

«Esta observación representa el nacimiento de un nuevo y poderoso campo que llamamos astronomía multimensajero», declara a Sinc por email Barry C. Barish,



pionero en la caza de estas ondas y uno de los tres premios Nobel de Física en 2017. Como explica a este medio Rainer Weiss, otro de los laureados, «el hallazgo de la fusión de estrellas de neutrones mediante ondas gravitacionales, junto con la medida de la radiación gamma con el satélite Fermi, unidos a las observaciones con telescopios electromagnéticos, forman un bello ejemplo de la ciencia que podemos hacer con esta astronomía multimensajero».

Uno de los muchos científicos españoles que ha participado en el descubrimiento, José Antonio Font, lo califica como «histórico». Las intensas jornadas de trabajo le han impedido tomarse un solo día libre. «He tenido que dejar mi vida aparcada un poco, pero merece la pena»,

bromea el investigador principal del Grupo Virgo de la Universidad de Valencia.

Desde el Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA (EEUU), Eleonora Troja no esperaba detectar algo así tan pronto. «Ni en mis mejores sueños pensé que íbamos a obtener estos resultados en el primer intento», reconoce.

**MUY DIFERENTE A LOS AGUJEROS NEGROS** Los datos registrados por LIGO revelaban que los objetos que han generado esta nueva señal no eran tan grandes como los agujeros y su masa oscilaba entre 1,1 y 1,6 veces la del Sol, medidas que concordaban con las de las estrellas de neutrones. Estos objetos, que se forman con la explosión de supernovas, tienen unos 20 kilómetros de diámetro.

Esta imagen de una visualización animada muestra la fusión de dos estrellas de neutrones en órbita. A la derecha, una visualización de la materia de las estrellas de neutrones. A la izquierda se muestra cómo se distorsiona el espacio-tiempo cerca de las colisiones. **IMAGEN** Karan Jani, Georgia Tech

«Es el nacimiento de un nuevo y poderoso campo, la astronomía multimensajero», dice el Nobel de Física Barry C. Barish

Grupo de Relatividad y Gravitación de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) que ha participado en el hallazgo científico del año: ondas gravitacionales con luz. **IMAGEN** UIB

## Setenta observatorios terrestres y espaciales se unieron para observar el evento en distintas longitudes de onda

«Todo el mundo suma, se siente partícipe de algo grande que marca la historia», indica Alicia M. Sintés, investigadora de LIGO

«Se va a convertir en el evento astronómico que más estudios tenga en la historia de la astrofísica», pronostica Font

Además, la señal duró más tiempo que la registrada en eventos anteriores (unos 100 segundos).

«Es la señal más fuerte que se ha detectado de ondas gravitacionales hasta ahora», resalta Sascha Husa, miembro del Grupo de Relatividad y Gravitación de la Universitat de les Illes Balears que forma parte de LIGO.

Desde Italia, la colaboración científica Virgo cogió el testigo de LIGO y precisó más la posición de la colisión con su otro detector: la señal procedía de una región relativamente pequeña del cielo del hemisferio sur.

**CAPTADO DESDE EL AIRE** En paralelo, el telescopio espacial de rayos gamma Fermi, que lleva casi diez años orbitando la Tierra en busca de fenómenos astrofísicos como este, advirtió la presencia de rayos gamma, llegados dos segundos después de la detección de las ondas gravitacionales.

Con los datos de LIGO y Virgo, el telescopio precisó aún más la ubicación de la colisión y, acto seguido, todo el mundo se puso manos a la obra para localizar la señal. En total, setenta observatorios terrestres y espaciales fueron capaces de observar el evento en sus diferentes longitudes de onda, un nuevo punto de luz similar al de una estrella. La NASA, la Agencia Espacial Europea y el Observatorio Europeo Austral son tres de los organismos que han participado en el descubrimiento.

«Con el instrumento DECAM del telescopio Víctor Blanco de Chile descubrimos una contraparte óptica y también hubo una explosión de rayos gamma. Toda esta luz indica con mucha seguridad que deben ser estrellas de neutrones y no agujeros negros»,

apunta Daniel Holz, investigador del departamento de Astronomía y Astrofísica de la Universidad de Chicago (EEUU).

Como en las detecciones anteriores, la confidencialidad y la coordinación entre los equipos de tantos países ha sido fundamental. «Es el espíritu de la colaboración. Todo el mundo suma, se siente partícipe de algo, algo grande que marca la historia», indica Alicia M. Sintés, investigadora principal de la colaboración LIGO en la Universitat de les Illes Balears.

**LO MÁS LUMINOSO TRAS EL BIG BANG** Las observaciones revelaron que las ondas gravitacionales fueron producidas por dos estrellas de neutrones en órbita espiral. Las estrellas de masa media que mueren como supernovas originan este tipo de objetos tremendamente densos. Solo una cucharadita de su material equivale a una masa de unos mil millones de toneladas.

«Las estrellas que son más pequeñas se convierten en enanas blancas y las más pesadas, en agujeros negros», explica Christoph Adami, profesor de Física y Astronomía de la Universidad Estatal de Michigan (EEUU).

Hace unos 130 millones de años, ambas estrellas se encontraban en sus últimas órbitas espirales, separadas unos 300 kilómetros. A medida que giraban más rápido y se iban acercando más, se deformaron y distorsionaron el espacio-tiempo de alrededor, emitiendo energía en forma de ondas gravitacionales antes de chocar entre sí.

«Eso da lugar a los fuegos artificiales más espectaculares que te puedas imaginar», describe Gonzalo J. Olmo, investigador del



Instituto de Física Corpuscular y del departamento de Física Teórica de la Universidad de Valencia.

En el momento de la colisión, la mayor parte de las dos estrellas de neutrones se fusionaron en un objeto muy denso y a la vez emitieron una especie de bola de fuego de rayos gamma. «Después del Big Bang, no hay nada tan luminoso como estas erupciones», detalla Font.

Por primera vez, los investigadores han detectado una kilonova, el proceso en el que el material que queda tras la colisión es expulsado hacia afuera. Las observaciones ópticas muestran que elementos pesados como el plomo y el oro se crean en estas colisiones y se distribuyen por todo el universo.

**LA ERA DE LOS MULTIMENSAJEROS** La detección simultánea de las di-

ferentes señales que nos han llegado de la colisión, tanto las ondas gravitacionales como las electromagnéticas, inaugura una nueva era en la astrofísica. Se abre un abanico nuevo de posibilidades para que los investigadores de hoy estudien el universo.

Los únicos mensajeros que no se han conseguido detectar han sido los escurridizos neutrinos, que se cree que podrían formarse en fusiones de este tipo. «Los detectores de neutrinos no son como telescopios que puedes apuntar en una determinada dirección», matiza Roberto Emparan, investigador del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona y profesor de investigación ICREA.

Lo que sí han podido registrar es la constante de Hubble, una medida sobre la velocidad a la que se expande el universo

muy útil para la cosmología. Este y otros hallazgos se publicarán en una larga lista de revistas. «Probablemente se va a convertir en el evento astronómico que más estudios tenga en la historia de la astrofísica», pronostica Font. «Nos va a dar trabajo muchísimos años», añade.

Tanta información con una sola colisión ha sido una sorpresa para los miles de investigadores que participan en el proyecto. Con un único evento han sido capaces de contrastar teorías que otras generaciones de astrofísicos formularon cuando ellos eran niños.

«El sueño de cualquier científico es resolver al menos un gran misterio en el transcurso de su carrera, ¿pero imagina solucionar tres o cuatro en un par de semanas! Nadie podría haberlo esperado», exclama Troja.

LAS LLAMAS SE APAGAN, EL PROBLEMA CONTINÚA

# Incendios en Galicia: claves de una tragedia única en la Europa atlántica

EVA RODRÍGUEZ NIETO | 18 OCTUBRE 2017

De todas las regiones de la fachada atlántica, solo en Galicia y norte de Portugal los fuegos son un problema muy grave que irá a más. Se ha hablado de incendiarios, terrorismo ambiental y cambio climático; pero esas explicaciones pueden resultar simplistas. Biólogos que llevan décadas estudiando los incendios del norte peninsular identifican las verdaderas razones de la oleada.

El domingo 15 de octubre prendía en Galicia un fuego que no será fácil de olvidar. Cientos de personas salían a la calle para ayudar en las tareas de extinción, las llamas llegaban a las casas y alcanzaban el centro de la ciudad de Vigo. Llevaba días ardiendo por la zona de Ourense, la provincia más castigada por esta lacra, pero nadie se esperaba tal magnitud simultánea.

El fuego es un viejo conocido en Galicia, Asturias y el norte de

Portugal. En la década de los 90 ya se hablaba de miles de hectáreas quemadas por la 'cultura' del fuego, heredada de su uso como una herramienta agrícola y ganadera. Pero en la península ibérica pasa algo atípico: de todas las regiones de la fachada atlántica europea, las únicas zonas donde los incendios forestales son un problema perpetuo son el norte de Portugal y Galicia.

Serafín González Prieto, doctor en biología, director de la

Sociedade Galega de Historia Natural y científico titular del CSIC, lleva años estudiando este fenómeno: «El uso del fuego ha sido común en la historia de la humanidad; sin embargo, en otras zonas ha dejado de utilizarse y aquí continúa. A esto hay que sumarle que de todas las regiones de la fachada atlántica europea, Galicia y norte de Portugal tienen los peores indicadores demográficos. Hay un despoblamiento muy acusado y un envejecimiento muy fuerte



del medio rural. La utilización histórica del fuego junto con ese crack demográfico y económico ha desmadrado el problema».

Según los informes de incendios de los agentes forestales, cerca del 99% de los que se registran en Galicia tienen causas humanas y el 75% son intencionados. El resto son accidentes o negligencias. Los intencionados están ocasionados por incendiarios, es decir, personas que los causan deliberadamente, de los cuales muy pocos

son pirómanos –con un trastorno psiquiátrico muy específico–.

«Se suele usar el término pirómano de forma confusa, lo que conduce a que se sobrevalore su papel en los fuegos. Según las estadísticas, en Galicia provocan un 6,5% de los incendios, cifra que podría estar sobreestimada por la falta de comprensión de este término entre los agentes forestales», explica María Calviño Canceleda, bióloga e investigadora de la Universidad de Vigo.

Un bombero intenta extinguir un incendio en la zona de Zamanes, en Vigo, el 15 de octubre de 2017. IMAGEN Salvador Sas, EFE

Si Galicia cada vez gasta más dinero en extinción, ¿por qué el problema sigue siendo igual de grave?

Los habitantes de las zonas arrasadas por el fuego han tratado de ayudar a los bomberos en la extinción. En total, cuatro personas han fallecido en Galicia estos días a causa de los incendios. **IMAGEN** Salvador Sas, EFE

«La utilización histórica del fuego, junto con el crack demográfico y económico de Galicia, ha desmadrado la situación», dice Serafín González Prieto

«El año que viene volveremos a hablar de esto y quizá la superficie quemada sea más grande y haya más muertos», lamenta González Prieto

«Se vuelven a cometer los mismos errores: primar las plantaciones de especies productivas y muy combustibles», declara Mercedes Casal

La científica acaba de publicar un estudio en la revista *Forest Ecology and Management* sobre la interacción de las causas humanas, naturales y climáticas de los incendios, y en particular del riesgo en las zonas próximas a casas y poblaciones. Calvino colabora desde hace años con Julia Touza Montero, de la Universidad de York (Reino Unido). «Estamos pendientes de publicar un estudio sobre el efecto disuasorio de los arrestos, con resultados positivos», dice Touza.

**LA CRECIENTE 'ECONOMÍA' DEL FUEGO** Determinar las motivaciones de los incendiarios es muy difícil mientras no se les descubra e interrogue. Las estadísticas parten sobre todo de suposiciones realizadas por los agentes de incendios en sus informes.

«Existe una intencionalidad, sin duda, y las bases sociológicas son complicadas por múltiples factores, pero todos ellos se relacionan con un envejecimiento de la población. La pregunta que me hago es: si Galicia desde el año 90 cada vez gasta más dinero en extinción –debe de ser la región de Europa con mayor gasto, con unos 175 millones de euros anuales en los dos últimos años–, ¿por qué 37 años después el problema sigue siendo igual de grave?», plantea González Prieto.

Los datos de las últimas cuatro décadas proporcionados por el Plan de prevención e defensa contra los incendios forestales de Galicia muestran un descenso de la superficie quemada del 35 al 25% por década, a pesar de que el número de incendios ha aumentado de 1976 a 2005. Las medidas de extinción han mejorado en efectividad, pero el número de

incendios es elevadísimo, con un promedio anual de 0,13 fuegos por km<sup>2</sup>, solo superado por Portugal.

«Imaginemos que en vez de gastar el dinero en extinción se hubiera invertido en prevención y en el desarrollo sostenible de las zonas que se queman. En darle un futuro económico, ambiental y demográfico a esas áreas. Cada vez se gasta más, pero no se gasta bien. Es una economía del fuego que sigue creciendo», indica el investigador del CSIC.

De la misma opinión es Mercedes Casal, directora del grupo de investigación Ecología del Fuego en la Universidad de Santiago de Compostela (USC): «Lo que se debe hacer es potenciar las medidas preventivas».

«He vivido incendios forestales de cerca –añade González Prieto–, y cuando las condiciones se ponen complicadas, es inmanejable. La gente tiene que des cansar, no puedes mandar a personas agotadas a jugarse la vida para apagar un incendio. Lo que hay que evitar es que haya tantos fuegos».

**DURAS CRÍTICAS A LA GESTIÓN DEL TERRITORIO** El drama es mayor porque en Galicia y en Portugal los incendios ocurren muy cerca de zonas habitadas. La Ley de Incendios Forestales de Galicia establece la normativa para la protección en estas zonas. González Prieto lamenta: «Si Galicia se caracteriza por algo, desgraciadamente, es por la carencia de ordenación y gestión del territorio. Esto, unido al abandono dramático del medio rural, es el caldo de cultivo idóneo para esta situación».

En total, han fallecido cuatro personas en los incendios de Galicia y 41 en Portugal, pero la



tragedia no acaba cuando se apagan las llamas. Los fuegos tienen consecuencias sobre la salud humana, el medioambiente y la erosión de los suelos.

«El humo altera a la atmósfera gravemente, se producen efectos ambientales, pérdidas materiales de viviendas, de animales. Más tarde, vendrán las pérdidas de suelo por lluvias intensas y erosivas que deterioran los ecosistemas forestales, los ríos y las rías», afirma González Prieto.

«El año que viene volveremos a hablar de esto y quizá la superficie quemada sea más grande y haya más muertos», subraya el investigador del CSIC.

**EUCALIPTOS, PINOS Y CLIMA: COMBINACIÓN FATÍDICA** La proliferación de plantaciones forestales de especies muy inflamables, como pinos y eucaliptos, sin duda favorece la rápida expansión de los incendios, sobre todo cuando se encuentran semiabandonadas y acumulan mucha cantidad de biomasa.

«Un problema importante es que no se dan los incentivos adecuados para que un propietario evite el riesgo que supone utilizar especies con alto riesgo. El dueño de la parcela recibe los beneficios derivados de la alta productividad de estos árboles, pero no asume el enorme coste que causan los incendios», explica Calvino Cancela.

En diversos estudios de su grupo han comprobado cómo los bosques caducifolios nativos típicos de esta zona, dominados por robles, tienen un riesgo de incendio mucho menor. «Se vuelven a cometer los mismos errores: primar las plantaciones de especies productivas y muy combustibles, no intercalar áreas cortafuegos ni bosques refugios de biodiversidad, no proteger carreteras ni casas de la cercanía del fuego futuro», reprocha Casal.

En cuanto al clima, las condiciones de muy baja humedad del aire, altas temperaturas y vientos muy fuertes, unidas a una vegetación muy seca después de meses

prácticamente sin precipitaciones, han favorecido una rápida expansión.

«Lo esperable, con la evolución actual, es que las condiciones climáticas vayan a peor. Es decir, nos vamos a enfrentar a temporadas más largas de incendios forestales y en peores condiciones, con temperaturas más altas y sequías más intensas», declara José María Fernández Alonso, investigador del Centro de Investigación Forestal Lourizán de la Xunta de Galicia.

«Con todos estos puntos en contexto –enfatisa González Prieto– queda claro que si hay una oleada de incendios es muy difícil poder atajarlos, a no ser que tengamos un coche de bomberos por cada pueblo. Hay que ayudar a conservar los parques naturales que se han quemado, las zonas de la Red Natura 2000 que han ardiendo y las especies amenazadas que han muerto calcinadas. Necesitamos cambiar totalmente el enfoque».

¿POR QUÉ TIENEN ÉXITO LAS 'CONSPIRANOIAS'?

# Teorías de la conspiración: la pseudociencia de las ciencias sociales

PABLO FRANCESCUTTI | 24 OCTUBRE 2017

La entrega del Premio Planeta a un *thriller* sobre el Santo Grial ha reafirmado el tirón de narraciones indisociables del auge de las teorías conspirativas. Con su causalidad exagerada, su desconfianza de las apariencias y su certeza de que todo tiene un sentido oculto, estas fantasías imitan a las ciencias sociales para convencernos de que tras la realidad engañosa existe un orden manipulado por élites tenebrosas cuyos tejemanejes urge desenmascarar.

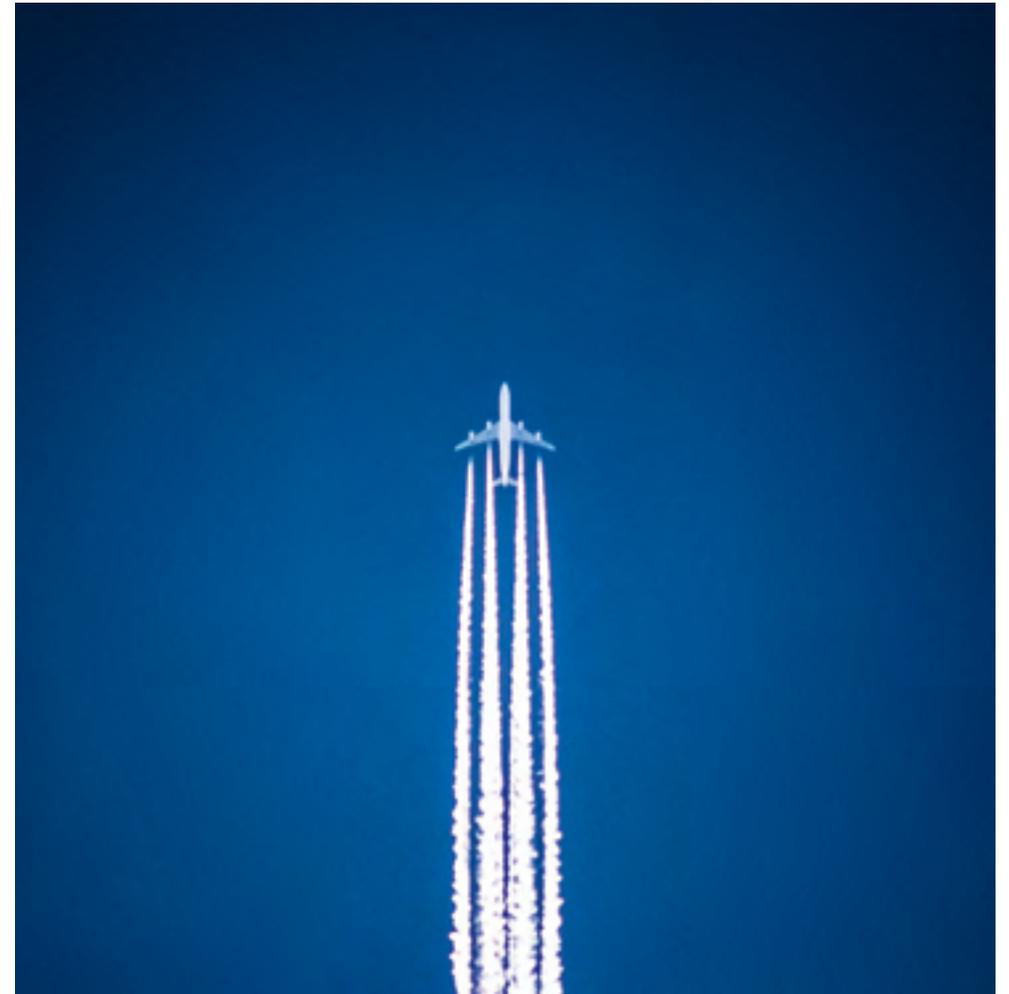
Que el Premio Planeta de este año le haya tocado a un *thriller* conspirativo de Javier Sierra confirma la buena acogida de la que gozan estas narrativas ante el público hispano. Con el galardón el novelista se suma a la familia de escritores integrada por Matilde Asensi, Julia Navarro y el inefable J. L. Benítez, los émulos patrios del género popularizado por

Richard Condon y Dan Brown.

Si solo se tratase de una temática ficticia, el interés del asunto no trascendería los confines de la literatura; pero es obvio que esos relatos se benefician del enorme tirón que tiene el pensamiento conspiranoico en nuestra cultura; tan influyente que, por ejemplo, ha llevado al rapero B.o.B. a promover el lanzamiento de un

satélite para confirmar que la Tierra es plana.

**LOS MASONES, LOS PRIMEROS CHIVOS EXPIATORIOS** En rigor, no puede hablarse de teorías del complot hasta inicios del siglo XIX. Toman forma tras la Revolución Francesa, cuando los reaccionarios responsabilizan a las insidias de masones, illuminati y carbonarios de



Muchos sucumben al atractivo de las respuestas rápidas a cuestiones que no dominan y compran explicaciones basadas en conspiraciones a fenómenos como las estelas de condensación que dejan a su paso los aviones. **IMAGEN** Pxhere

las insurrecciones democráticas que sacuden el Antiguo Régimen.

No cabe duda de que las sociedades secretas promovían el avance de las ideas ilustradas y la abolición del absolutismo, pero sus enemigos les suponían un poder exagerado y una unidad de propósitos infundada. La ruptura entre las logias británicas y americanas a raíz de la independencia

de EE UU demuestra que la masonería distaba de ser una organización monolítica.

No tardaron otros rumores en darles la réplica, atribuyendo todos los males a tejemanejes del clero: los jesuitas fueron los primeros en portar ese sambenito; le siguieron las conjuras papistas que animaron la política anglosajona; y, en el siglo XX,

Las teorías de la conspiración están de moda, ¿cuáles son las razones de su popularidad?

A mediados del siglo xx, deja de situarse a los conjurados en los márgenes de la sociedad para descubrirlos en el corazón del Estado

A diferencia del esoterismo, las *conspiranoias* insisten en su racionalidad; de ahí su obsesión con las pruebas

las maquinaciones imputadas al Opus Dei.

A la policía de la Rusia zarista le cabe el dudoso mérito de haber infundido dimensión global a tales creencias al fabricar el primer plan oculto de dominación del mundo: Los Protocolos de los sabios de Sión. El documento apócrifo ideado para desviar hacia los judíos el malestar contra la autocracia moscovita tuvo enorme repercusión y se convirtió en la 'biblia' de los antisemitas.

Las teorías poseen una prodigiosa capacidad de mutación: a mediados del siglo pasado, sus autores dejan de situar a los conjurados en los márgenes de la sociedad para descubrirlos con horror en el corazón del Estado. El macartismo centra la sospecha en la administración infiltrada por los rojos; tras el asesinato de John Kennedy, este se desplaza a los militares, los espías, el Gobierno...

**NO HAY CONSPIRACIÓN SIN MEDIOS DE COMUNICACIÓN** Un punto de inflexión en ese tortuoso recorrido lo marca la implicación de los medios masivos de comunicación. Me explico: en el pasado, esos extremos circulaban de boca en boca o a través de opúsculos e impresos propagandísticos; a partir de la década de los 60, el sistema mediático, al hacerse eco, amplifica su alcance a una escala inédita y en cierto modo los legitima.

Más importante: aparte de pagar tales fantasías –el caso de Iker Jiménez– o incluso fabricarlas –las versiones contraoficiales de los atentados del 11M urdidas por ciertas cabeceras madrileñas–, los medios han pasado a figurar entre los conspiradores denunciados por aquellas. Lo

ilustra el bulo del falso alunizaje, que acusa a la industria del cine de haber falsificado las misiones Apolo en comandita con la NASA y la prensa, que le dio credibilidad al montaje.

La responsabilidad de los medios no acaba allí; pese al afán de los periodistas honestos por desmontar semejantes dislates, las primicias del periodismo de investigación inculcan la idea de que la realidad aparente es un fachada engañosa y que la verdad se esconde entre bastidores; una verdad secuestrada por unos pocos que los periodistas pugnan por sacar a la luz pública. Sin pretenderlo, sus revelaciones fomentan una visión próxima a la conspiranoica.

**FILOSOFÍA DE LA SOSPECHA** Para algunos expertos, esas teorías son el mapa cognitivo del pobre: versiones simplificadas y maniqueas de la realidad al gusto de individuos cuya escasa formación les impide captar los matices, ambigüedades e imprevistos de los fenómenos históricos. En contra, otros defienden con algo de razón que, pese a sus exageraciones, expresan críticas legítimas al poder; aunque suelen olvidar que por cada conspiranoico progresista hay otro adscrito a la ultraderecha más delirante.

Otros estudiosos encuentran lógica la proliferación de esa mentalidad en la sociedad de la información. En entornos saturados de datos cuya comprensión supera nuestras posibilidades de análisis, proporcionan atajos mentales que nos ayudan a tomar decisiones sin esfuerzo. Hasta los especialistas que dedican muchas horas y energía intelectual a los asuntos de su campo sucumben

En entornos saturados de datos, estas teorías proporcionan atajos mentales que nos ayudan a tomar decisiones sin esfuerzo

Que el concepto crítico de teoría conspiranoica se haya asentado en el discurso público prueba la existencia de un saludable escepticismo

al atractivo de las respuestas rápidas a cuestiones que no dominan y compran explicaciones de procesos intrincados basados en chanchullos de la CIA, la banca o un gobierno mundial invisible.

Lo que está fuera de discusión es su utilidad para revelar temores sociales latentes. Ellas nos informan del recelo a las élites, del descrédito de la democracia liberal, de la desconfianza en las instituciones garantes de la verdad, incluidas el periodismo y la ciencia, sospechadas de confabularse con los poderosos. Hablan, además, de la desazón del individuo ante una globalización de abrumadora complejidad, imposible de cartografiar mentalmente. En una reacción defensiva a esa ansiedad corrosiva, la sobreinterpretación del pensamiento conspiranoico –cualquier cosa es un signo del complot–, al destapar los engranajes ocultos que presuntamente rigen nuestros destinos, ponen orden en un mundo caótico; un orden tenebroso pero al menos comprensible.

**LA IRRACIONAL RACIONALIDAD DE LOS CONSPIRANOICOS** Si las pseudociencias siguen a las ciencias naturales como la sombra al cuerpo –la astrología a la astronomía; la ufología a la astronáutica; la homeopatía a la medicina; la parapsicología a la psicología–, los conspiranoicos hacen lo propio con la sociología, la ciencia política y la historia. Los hallazgos de estas disciplinas sobre la influencia de los intereses económicos, la complicidad de la prensa con las clases dirigentes, el efecto engañoso de las ideologías o la persistente opacidad del Estado democrático son fagocitados y distorsionados por el pensamiento conspirativo.

A diferencia del esoterismo, dichas percepciones insisten en su racionalidad; de ahí su obsesión con las pruebas: siempre están aportando evidencias y reclamando documentos supuestamente retenidos. Pero cuando los archivos se abren y no les dan la razón, claman que han sido destruidos o manipulados y desbarran al dar a la falta de evidencia el valor de la evidencia.

Desde luego, hay conspiraciones reales. Como dijo Kissinger, hasta los paranoicos tienen derecho a tener razón. Mientras escribo estas líneas, cien complots se ponen en marcha. Son de sobras conocidas las 'cloacas de la democracia', en donde agentes del Estado actúan al margen de la ley. Pero de ahí a afirmar que la historia se mueve por intrigas orquestadas en la oscuridad por camarillas estratégicamente ubicadas, conlleva el absurdo de considerar zombis al resto de las fuerzas sociales, así como de negar el rol del azar, el desbaratador de numerosas conjuras.

Con todo, que el concepto crítico de teoría conspiranoica se haya asentado en el discurso público prueba la existencia de un saludable escepticismo; pero, al parecer, no basta: por cada fantasía refutada, otra ocupa su puesto. El síndrome del complot domina el imaginario político.

Así es nuestra peculiar situación: no podemos dejar de rebatir esos clichés ni tampoco prescindir de ellos. Umberto Eco la retrató con gran destreza en *El péndulo de Foucault*, parodia en la que disecciona su mecanismo persuasivo al tiempo que rinde tributo al encanto de relatos que, como aprenden los protagonistas a su pesar, pueden tornarse realidad si alguien se los toma en serio.

¿UNA PALABRA INVENTADA PUEDE LLEGAR AL DICCIONARIO?

# El reto lingüístico de lograr que ‘fistro’ sobreviva a Chiquito

SERGIO FERRER | 14 NOVIEMBRE 2017

Chiquito de la Calzada se ha ido y nos ha dejado sus chistes y expresiones inventadas. Estas ya forman parte de la jerga española, pero corren el riesgo de desaparecer. El principal problema es que más de veinte años después, nadie sabe aún qué es un ‘fistro’. Académicos y lingüistas consultados por Sinc dudan de las posibilidades de supervivencia de esta palabra en la lengua castellana.



Capilla ardiente de Chiquito en el Auditorio Edgar Neville de Málaga. IMAGEN EFE

«Es difícil que ‘fistro’ perdure porque está ligado a un contexto extraño para las nuevas generaciones», explica el sociolingüista Moreno

«Dos borrachos en un bar y le dice uno muy serio al otro: ¡Eres un ‘fistro’! Trabajas menos que el sastre de Tarzán, ¡cobarde!». Así empezaba el primer chiste que Gregorio Esteban Sánchez, más conocido como Chiquito de la Calzada, contó en 1994 durante su debut televisivo. Era la primera vez que España escuchaba una palabra que sería repetida durante años sin que nadie supiera qué significaba ni de dónde había salido. Ahora que el humorista malagueño nos ha dejado, ¿desaparecerá también su ‘fistro’?

Varias campañas de Change.org ya piden la inclusión de ‘fistro’ en el diccionario de la RAE, pero los expertos consultados por Sinc dudan que sobreviva. «Es muy difícil que una palabra de este tipo entre en la lengua, aunque no significa

que sea imposible», asegura Javier Bezos, uno de los miembros de la Fundación del Español Urgente (Fundéu BBVA). «Depende de que pase de una generación a otra, algo que en este caso no parece que esté ocurriendo».

«Creo que será difícil la supervivencia de ‘fistro’ porque está muy ligado a un origen y un contexto muy concretos, que cada vez resultan más lejanos y extraños a los hablantes, en especial a las nuevas generaciones», explica a Sinc el sociolingüista Francisco Moreno, que es director del Instituto Cervantes en la Universidad de Harvard (EEUU).

Para el filólogo Manuel Alvar Ezquerro, miembro correspondiente por Andalucía de la Real Academia Española, el problema de ‘fistro’ está en su misterio.

Ni Chiquito sabía lo que era un 'fistro', que utilizaba como vocativo para referirse a la gente, pero también a ciertas partes del cuerpo

Borges, Alonso, Cortázar y Guillén inventaron palabras que no han perdurado

Podría plantearse su inclusión en el diccionario si continuara usándose con el valor de *'verba omnibus'*

«No tiene significación, es como algunas palabras que utiliza Forges en sus chistes. No se sabe el contexto en el que hay que usarla». Las palabras, explica, lo son porque tienen forma —cómo se pronuncian y escriben— y significación —su contenido—. «Si no hay significado, no hay palabra», añade este catedrático de Lengua Española de la Universidad Complutense de Madrid.

Pilar García Mouton, investigadora del Instituto de Lengua, Literatura y Antropología del CSIC, coincide con sus compañeros y no cree que en una década se siga diciendo 'fistro'. «Este tipo de palabras no quieren decir nada fuera de su entorno. Algunas han tenido fortuna y se han quedado, pero un término como este que es propio de un contexto muy claro es difícil que perdure».

Ni Chiquito sabía lo que era un 'fistro', que utilizaba como vocativo para referirse a la gente, pero también a ciertas partes del cuerpo: «¡Eres más estrecha que el 'fistro' de la Barbie!». Una mutilla cuyo origen no está claro, a pesar de que en internet abundan las leyendas sobre su creación. «Las palabras no se inventan de la nada, salvo casos raros», aclara Alvar. «O las cogemos prestadas de otra lengua o las creamos a partir de los procedimientos de formación». Así nacen palabras compuestas como «sacacorchos» o derivadas como «madridista».

#### CÓMO SALVAR EL LEGADO DE CHIQUITO

No hay una receta infalible para que un neologismo llegue al diccionario en lugar de desaparecer. «Es muy difícil saber qué hace que a la gente le caiga simpática una palabra. Es imprevisible», reflexiona Bezos. Él sabe de lo que habla, pues

en Fundéu proponen alternativas a voces inglesas, así como formas de denominar nuevos conceptos: «Algunas calan y otras no. Lo normal es que no lo hagan, pero a veces ocurre lo contrario».

Genios de la literatura inventaron en sus obras palabras que no han perdurado, comenta Alvar. Es el caso de Jorge Luis Borges, Dámaso Alonso, Julio Cortázar y Nicolás Guillén. Pero lo que no logró *Rayuela* lo consiguió el rey de los monos: «La expresión 'yuyu' viene de las primeras películas sonoras de Tarzán: es lo que gritaban los porteadores al salir huyendo, en África significa magia», explica.

'Yuyu' es uno de los pocos ejemplos de una palabra cuyo uso se extendió sin que nadie supiera qué significaba y que ha sobrevivido fuera del diccionario. Bezos recuerda otro caso más conocido que sí llegó a la RAE: la rebeca, chaqueta que toma su nombre de la película homónima de Hitchcock por la prenda que vestía uno de los personajes.

«A alguien se le ocurrió la idea de llamarla 'rebeca', se extendió y terminó por llamarse así. ¿Por qué? Es imposible saberlo. La lengua, por suerte o por desgracia, no obedece a reglas matemáticas», señala Bezos.

¿Será 'fistro' una de estas excepciones? «Las palabras inventadas no tienen futuro, prácticamente no hay», expone Alvar. «¿Quién dice ahora 'mamachicho'? Nadie, pero hubo un momento en el que estaba en todas las conversaciones y medios», algo similar a lo que sucedió con el más reciente 'chiki-chiki'.

**DE LA CALLE AL DICCIONARIO** «Con cada uso que hacemos de una palabra estamos contribuyendo a su supervivencia», dice Moreno,



por lo que «podría llegar a plantearse su inclusión en el diccionario académico», siempre que «continuara usándose con el valor de *verba omnibus* [palabras vagas como chisme, cosa o trasto] que tiene en la actualidad».

La ruta que recorre un neologismo desde la calle hasta el diccionario es impredecible. «Muchísimas palabras se pierden por el camino y que las use un pequeño grupo de personas no garantiza su éxito», explica Alvar. Una vez el término sale de este círculo reducido y se extiende por la sociedad hasta ser aceptado, su entrada en el diccionario de la Real Academia Española (DRAE) queda más cerca. En el caso de 'fistro', sería con la marca de «españolismo», ya que no se conoce ni usa fuera de nuestro país.

Moreno piensa que «como mucho, podría convertirse en

un indicador de hablantes de origen español y de un grupo generacional». Esta última faceta de 'fistro' es la que llevó a la periodista Mar Abad a incluirlo en su libro *De estraperlo a postureo: cada generación tiene sus palabras*, en el que repasa la forma de hablar de los españoles según su edad: «['Fistro'] resultó tan fascinante que llegaron a plantear que se incluyera en el diccionario académico», asegura la escritora en el texto.

En los últimos tiempos, neologismos tan polémicos como «amigovio» y «descambiar» han dado con la fórmula para ser aceptados. De modo que, si quiere contribuir a que el legado de Chiquito sobreviva, no olvide seguir diciendo 'fistro' cada vez que encuentre ocasión, aunque ya le advertimos de que no podemos garantizar el éxito de la campaña.

Gregorio Esteban Sánchez, más conocido como Chiquito de la Calzada (28 de mayo de 1932 - 11 de noviembre de 2017), en una imagen de archivo de RTVE. IMAGEN EFE

«Muchísimas palabras se pierden por el camino y que las use un pequeño grupo de personas no garantiza su éxito», explica Alvar

FRANÇOISE HERITIER, FEMINISTA SUCESORA DE LÉVI-STRAUSS

# La antropóloga que demostró que la violencia machista no tiene nada de natural

PABLO FRANCESCUTTI | 17 NOVIEMBRE 2017

«La humanidad es la especie más estúpida: es la única donde los machos matan a sus hembras», dijo Françoise Heritier. Ha muerto la etnóloga francesa que defendió que la violencia de género no responde a ninguna ferocidad natural, sino a un exceso de cultura patriarcal.

Una intuición fundamental del antropólogo Claude Lévi-Strauss le llevó a basar en el intercambio de mujeres la teoría del parentesco que explicaba la sociabilidad humana. Lo respaldaba la práctica milenaria de las bandas paleolíticas, los asentamientos neolíticos y las primeras sociedades históricas. ¿Razones? La prohibición del incesto, que obligaba a los hombres a conseguir esposas fuera del grupo de parientes consanguíneos, y el apremio por aliarse con los pueblos

vecinos para evitar la guerra de todos contra todos.

Las mujeres servían de moneda de cambio entre padres y hermanos de distintas tribus, que se asociaban al convertirse en suegros y cuñados. En resumidas cuentas: las mujeres fueron sometidas en beneficio de la supervivencia grupal y la cohesión social.

¿Y por qué no ocurre al revés y no son las mujeres las que intercambian hombres?

Tal fue la pregunta que movió a la francesa Françoise Heritier a

buscar una respuesta que la alejaría del estricto estructuralismo de su maestro. Y la buscó guiada por la hipótesis de que, para que dicho intercambio fuera aceptado, tenía que existir previamente una convicción común a ambos sexos de que las cosas debían ser así y que sus parientes masculinos actuaban correctamente.

Su pesquisa la llevó lejos de su patria, hasta Burkina Fasso, a sumergirse en la vida de los Samo, una etnia mandinga cuyo sistema de filiación estudió, en especial



Françoise Heritier. IMAGEN Wikipedia

las relaciones de género y el incesto de segundo tipo –entre una madre y una hija con un mismo amante–. De formación geógrafa, gustaba contar que las fascinantes clases de Lévi-Strauss la decidieron a apuntarse a una expedición a Gabón que requería un geógrafo y, a falta de candidatos varones, la aceptaron.

**APODERARSE DE SUS VIENTRES** Con esos conocimientos y otros que fue adquiriendo con el correr de los estudios tejió una explicación

de la universalidad de la subordinación femenina. La respuesta la encontró en la capacidad reproductiva de las mujeres; ellas pueden «producir» niñas y, sobre todo, ¡niños!

Ese gran don siempre asombró a los hombres, que han tratado de controlarlo desde la noche de los tiempos. Para apoderarse de sus vientres y su poder generador se convencieron a sí mismos de que eran ellos quienes introducían el principio sexualizante en la mujer. Aristóteles teorizó

En Burkina Fasso se sumergió en la vida de los Samo, una etnia mandinga, para estudiar las relaciones de género y el incesto

**Frases de Heritier que remueven la conciencia colectiva**

«Decir que las mujeres tienen el derecho de venderse es enmascarar que los hombres tienen el derecho de comprarlas»

«Se dice que un hombre no puede casarse con tal o cual mujer. Pero jamás se ha dicho que una mujer no puede casarse con tal o cual hombre. De hecho, las mujeres nunca han sido sujeto de derecho con voz en los textos históricos.»

«Seguimos moviéndonos con patrones de conducta y pensamiento forjados en el Paleolítico Superior»

«La humanidad es la especie más estúpida: es la única donde los machos matan a sus hembras»

«No me intriga saber lo que ocurrirá después de mi muerte. Después de todo, nadie se plantea la cuestión de qué era antes de nacer»

esa fantasía al afirmar que todo dependía del esperma.

Como Heritier explicó, a Lévi-Strauss no le preocupaba la sumisión femenina sino el intercambio, las reglas estables que gobiernan el aparente desorden social y cultural. Y por eso le enmendó la plana a su concepción del incesto, demostrando que este no obedecía únicamente a las exigencias del intercambio, pues el tabú se impone incluso a los parientes políticos. Al fin y al cabo, ¿qué necesidad de intercambio obliga a vetar las relaciones de un hombre con su cuñada o su nuera?

Fiel, sin embargo, a la lógica binaria a la que era tan adepto su maestro, postuló que la singular biología de los dos sexos ha sido la inspiración de todo un intrincado complejo de creencias sobre las identidades de los géneros. Y enseguida aclaró que «los dos sexos son diferentes, pero la naturaleza no dice nada en términos de jerarquía», valores establecidos por una estructura de poder, el patriarcado.

**LA DOMINACIÓN MASCULINA CONTINÚA**  
Como se encargó de recalcar, los últimos descubrimientos de la neurología niegan las diferencias sexuales en el funcionamiento y organización cerebral. Es el aprendizaje discriminatorio –las niñas con las muñecas, los niños con los caballitos– lo que promueve el desarrollo de conexiones sinápticas divergentes.

Conjeturaba que, en algún momento del Paleolítico medio, nuestros ancestros inventaron la prohibición del incesto, una de las mayores innovaciones de la especie, para salir del refugio precario de sus familias extensas.

Superaron así el brete mortífero que los empujaba a guerrear sin fin con los vecinos para robarles esposas cuando su grupo endogámico no se las podía proporcionar.

«Hoy los hombres ya no intercambian mujeres», reflexionaba [excepto en la prostitución, donde las mujeres siguen circulando en las redes de proxenetas, puntualizamos nosotros]. «Pero la dominación masculina existe igualmente. Es por eso que desarrollé la idea de que la diferencia sexual era una invariante todavía más fundamental que la necesidad del intercambio.»

Pero que la subordinación femenina sea universal no significa que tenga nada de natural, como tampoco lo tiene la igualmente extendida violencia machista. No existe un comportamiento semejante en la fauna, afirmaba categóricamente. Y aunque se intenta explicar la agresividad masculina como un vestigio bestial, una recaída en el animalismo, se trata de una explicación sin fundamento.

**NINGÚN ANIMAL AGREDE A SUS HEMBRAS**  
«Algunos animales matan a las crías de las hembras, pero solo para interrumpir la lactancia y volverlas sexualmente receptivas. Y si es cierto que a menudo los machos pelean entre ellos por la supremacía en una manada, jamás combaten ni matan a las hembras de su grupo», decía Heritier en un artículo publicado en *Science et Avenir*. En síntesis: la violencia de género no responde a ninguna ferocidad natural, sino más bien a un exceso de cultura, de cultura patriarcal.

Titular de la cátedra de Antropología del Colegio de Francia, un



Miles de personas, en su mayoría mujeres, se concentraron en Madrid el viernes 17 de noviembre para protestar contra la violencia sexual. IMAGEN EFE

**Heritier insistía en que los demás machos pelean por la supremacía en la manada, pero jamás combaten con las hembras del grupo**

templo del saber señalado por su misoginia, a la que accedió por sus méritos y gracias al apoyo de Lévi-Strauss, se distinguió además como divulgadora de las grandes aportaciones de la antropología en materia de género.

Socialista moderada, se mostró en los crispados debates que han dividido a Francia en las últimas décadas: defensora del matrimonio gay, del control de la natalidad y del derecho al aborto, se opuso con todas sus fuerzas al velo en las escuelas y a la adopción por parejas homosexuales.

Al final de su vida se aproximó a Lévi-Strauss en el pesimismo acerca del cambio de estructuras socioculturales que se le antojaban inmutables, como el reparto sexual del trabajo, el tabú del incesto y la valencia diferencial de los sexos, la raíz de las desigualdades jerárquicas. No creía que en un plazo cercano se pudiera llegar a la deseada igualdad entre hombres y mujeres.

La antropóloga que feminizó el estructuralismo murió el 15 de noviembre de 2017 en París, el día de su 85º cumpleaños.

Tras desaparecer en el año 2000, el bucardo, una subespecie de cabra montesa de los Pirineos, fue el primer animal del mundo en desextinguirse en 2003, pero solo durante unos minutos. Desde entonces, no se ha logrado devolver a la vida a ninguna otra especie, aunque la ciencia actual sí permitiría ‘resucitar’ a un neandertal o incluso a Elvis Presley, según cuenta la científica, escritora y comedianta británica **Helen Pilcher**. Aun así, considera que la ingeniería genética sería más eficaz para salvar especies al borde de la extinción.

ADELINE MARCOS | 27 NOVIEMBRE 2017



La científica Helen Pilcher. IMAGEN Biblioteca Nueva

«Si hoy resucitásemos a un neandertal, no lo veríamos diferente a nosotros»

A finales de los 90, cuando Helen Pilcher trabajaba como bióloga celular, encontró una web que le llamó la atención. Se trataba de un sitio llamado «Americanos a favor de clonar a Elvis», que proponía –y aún lo hace– la clonación del artista fallecido en agosto de 1977.

En ningún momento Pilcher la tomó en serio, pero la anécdota se le quedó grabada porque se mencionaban dos fuentes de ADN extravagantes, a la vez que suficientes para la clonación: un trozo de uña y una verruga del Rey del Rock.

¿Pero hasta qué punto podríamos desextinguir un humano o cualquier otra especie? En su libro *Que vuelva el Rey*, Pilcher expone casos de posible ‘resurrección’, empezando por el primer éxito: una hembra de bucardo llamada Celia, que ‘renació’ en 2003.

**El bucardo fue el primer animal extinto que ha sido ‘resucitado’. ¿Veremos en el futuro animales que han desaparecido de la faz de la Tierra?**

La ciencia progresa muy rápidamente. Los investigadores lograron desextinguir al bucardo, que vivió unos 10 minutos, aunque luego murió. Fue el primer animal en extinguirse dos veces. Pero estoy convencida de que si Alberto Fernández-Arias (el científico que ha escrito el prólogo en la versión española) tuviera más fondos, podría crear bucardos sanos y devolverlos a los Pirineos. No se trata de crear animales de zoo solitarios o frikis de circo, sino animales saludables y genéticamente viables que puedan ser liberados en la naturaleza e interactúen con su ecosistema.

**¿La ‘resurrección’ podría funcionar para conservar especies amenazadas?**

Sí. Tendremos que detectar qué animales están en situación desesperada y salvar algunas de sus células, hacer una ‘copia de seguridad’. Se ha podido revivir a Celia porque se tomaron muestras de su piel.

**¿Qué animal aún podríamos salvar gracias a esta tecnología?**

El rinoceronte blanco del norte. Solo quedan tres individuos: una abuela, una madre y una hija. Son viejas y están demasiado enfermas para reproducirse normalmente. La especie aún está presente en el mundo, pero es un fantasma. En realidad ya está extinta. Desaparecerá, es solo cuestión de tiempo. En Alemania hay un científico llamado Thomas Hildebrandt que utiliza un sistema de reproducción con células madre para intentar salvar a este mamífero. Su objetivo es crear nuevos rinocerontes blancos del norte antes de que mueran los tres que quedan.

**¿De qué manera las técnicas como CRISPR y la edición del ADN podrían ser parte de la solución?**

Si los animales en peligro de extinción estuvieran amenazados por una enfermedad, podríamos plantearnos la ingeniería genética para hacerlos resistentes. Esto ya se está considerando con el hurón patinegro de Norteamérica. Hay un concepto que me gusta mucho: el rescate genético. La desextinción es una palabra complicada, porque nos remite a imágenes de dinosaurios idénticos a los que se extinguieron. Pero nunca podremos recrear exactamente el pasado. Con esta tecnología podríamos salvar a los animales

«No se trata de crear animales de zoo solitarios o frikis de circo, sino seres saludables y genéticamente viables»

«Tendremos que detectar qué animales están en situación desesperada y salvar algunas de sus células, hacer una copia de seguridad»

«Un neandertal clonado no saldría con un garrote y un taparrabos hablando cavernícola. Sería una persona»

«Todos somos producto de nuestro ADN, del entorno y de la interacción con los otros. Nunca podremos crear réplicas exactas»

que aún tenemos y mantenerlos durante más tiempo. Es controvertido, pero podemos considerarlo para casos extremos, sobre todo si tenemos ADN.

**¿Cómo lograrían sobrevivir en nuestro mundo actual especies genéticamente rescatadas?**

Los ecosistemas y el medioambiente están en continuo movimiento. En los años 70 se descubrió en Australia una rana que incubaba a sus crías en su estómago después de tragarse los huevos. Las hembras daban a luz a renacuajos ya formados. Se extinguió en los años 80. Ahora los científicos están intentando devolverlas a la vida con la clonación. Ya han conseguido embriones que han empezado a dividirse y los han llamado ‘casirenacuajos’. Creo que con el tiempo lo lograrán, pero la cuestión ahora es dónde colocas a este animal. La rana se extinguió por un hongo que está matando a todos los anfibios a escala global. Si las resucitamos, no hay lugar donde ponerlas. Cuando hablamos de ‘resucitar’ a una especie también tenemos que pensar en el porqué.

**¿Cuál sería la razón para recuperar a esta rana?**

Era un animal tan diferente, tan único a nivel fisiológico y genético, que si lo resucitamos no solo estamos poniendo una ramita en el árbol de la vida, sino una rama entera. Podríamos comprender, por ejemplo, cómo conseguía parar de producir ácido gástrico para no digerir a sus crías. Y, si entendemos el mecanismo celular, a lo mejor podemos ayudar a la gente a recuperarse de una cirugía gástrica.

**¿Qué ocurriría en el caso de especies humanas como los neandertales?**

Su desextinción no sería únicamente inmoral, poco ética o ilegal, sino también inútil. Si ‘resucitáramos’ a un neandertal, no lo veríamos diferente a nosotros, su desarrollo cognitivo y mental encajaría en nuestros estándares. No saldría con un garrote y un taparrabos hablando cavernícola. Sería una persona. Pero sabemos más sobre los neandertales que sobre cualquier otra especie humana extinta. Resultaría mucho más interesante desextinguir a los Denisovanos, un grupo recientemente descubierto por el ADN extraído de dos dientes, que es lo único que conocemos de ellos. Y nunca sería una réplica del pasado, sino un ser creciendo en la sociedad de hoy en día.

**¿Ocurriría lo mismo con los mamuts lanudos?**

Hay tres grupos de científicos intentando resucitar al mamut lanudo. En este caso, es necesario convencer a un elefante moderno para que cuide a esta criatura con aspecto de mamut. Ni siquiera sabemos si hablan el mismo idioma o si la cría conseguirá mamar. Además, los elefantes comparten una historia social que no sabemos si serían capaces de comunicar a los híbridos. Todos los animales somos producto de nuestro ADN, del entorno y de la interacción con los otros. Nunca podremos crear réplicas exactas. Somos todos únicos. En el caso de bucardo, lo que se haría es producir algo que se le parece y que actúa como él, pero que es un poco diferente al que teníamos antes de que se extinguiera.



Rinoceronte blanco del norte, una especie en peligro crítico de extinción. Los tres que quedan están en Kenia. IMAGEN Wikimedia

«Si pudiera elegir, desextinguiría al rinoceronte blanco del norte. Solo hay tres individuos vivos, son muertos vivientes»

**¿Qué animal se logrará desextinguir antes?**

Sin duda, el equipo de científicos que está más cerca de conseguirlo es el del bucardo, si tuviera el dinero y el tiempo. Después de ellos, seguramente la rana de incubación gástrica. Y después, no lo sé.

**¿Qué riesgos hay?**

Si no sabemos qué causó la extinción, corremos el riesgo de que se repita. Pero también puede suceder otra cosa: creas en el laboratorio un animal del siglo XXI, lo liberas de forma gradual en la naturaleza y se convierte en una especie invasora. Tenemos una amenaza masiva con estas especies que están extinguiendo

a otras. No deberíamos resucitar a unas especies que extingan a otras. Hay problemas muy delicados a tener en cuenta. Como la desextinción no es inminente y tampoco vamos a producir masivamente especies extintas, tenemos tiempo para reflexionar.

**¿Qué animal le gustaría resucitar?**

Siempre he pensado que elegiría algo como el *T. rex*, pero realmente el animal que más me gustaría desextinguir es el rinoceronte blanco del norte. Como decía, solo hay tres individuos vivos. Son muertos vivientes. Mi deseo no sería recuperar un animal que ya hemos perdido, sino salvar uno que aún tenemos.

NUEVOS RETOS PARA LOS MÉDICOS EN LA SOCIEDAD DEL 'DOCTOR GOOGLE'

# Pediatría en la era de las supermadres y los superpadres

VERÓNICA FUENTES | 02 DICIEMBRE

Los pediatras son los únicos especialistas que rara vez atienden solo a su verdadero paciente. En un mundo con acceso ilimitado a la información, eso supone que muchos de los nuevos padres y madres acuden a la consulta de sus hijos con más respuestas que preguntas. Los progenitores conocen sus derechos y solo quieren actuar de la mejor forma posible, pero en caso de problemas graves la última palabra la debe tener siempre el médico.

Los padres y madres del siglo XXI se involucran en el bienestar de sus criaturas tanto como los de la generación anterior, pero su relación con los pediatras ha cambiado. No es de extrañar, teniendo en cuenta que solo con un clic acceden a ingentes cantidades de información sobre salud infantil.

«Hoy acuden a la consulta con mucho más conocimiento que antes, lo que es positivo», explica a Sinc Roi Piñeiro, jefe asociado del

Servicio de Pediatría del Hospital General de Villalba. «La dificultad radica en filtrar».

Una nueva labor del especialista es corroborar o corregir lo que los padres han leído en internet; incluso repasar la información que, aun siendo correcta, puede haberse malinterpretado. ¿Pero qué hacer cuando unos padres cuestionan el diagnóstico o la medicación?

«A los padres hay que escucharles siempre, porque en muchas

ocasiones tienen la llave del diagnóstico del niño. El problema son los que están equivocados», afirma Consuelo Pedrón, veterana pediatra en la sección de Gastroenterología y Nutrición del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. «Primero hay que preguntarles dónde se han informado y después explicarles cuáles son los riesgos de seguir pautas incorrectas».

Quitando los casos provenientes de trastornos clínicos,



Hoy los padres acuden a la consulta con mucho más conocimiento que antes.  
ILUSTRACIÓN Cinta Arribas

Una nueva labor del pediatra es corroborar o corregir lo que los padres han leído en internet

las situaciones más graves a las que se ha enfrentado la especialista tienen que ver con niños ingresados por altos déficits de vitamina B12 generados por una lactancia materna exclusiva demasiado prolongada o vegetarianismo impuesto por los padres.

Existen pocos datos sobre el efecto beneficioso o distorsionador de las búsquedas en internet relacionadas con la salud infantil, aunque lo cierto es que hay miles de blogs, webs y foros dedicados al cuidado de los hijos, y no todos son fiables.

«Nos puede generar inseguridad haber perdido la exclusividad como fuente de información sobre salud y que se cuestione nuestro criterio con argumentos más o menos acertados», cuenta el pediatra Aser García Rada. «Deberíamos aceptar estas circunstancias –continúa– y ganar en humildad y empatía para resolver sin recelo

ni condescendencia las dudas». **CONFLICTOS CON LOS PADRES 2.0** Los profesionales no han recibido formación sobre cómo afrontar ese exceso de información. «Tampoco sobre cómo comunicarnos efectivamente con los pacientes, es una asignatura pendiente que vamos afrontando», subraya Cristina Calvo, jefa del Servicio de Pediatría, Enfermedades Infecciosas y Tropicales del Hospital Universitario La Paz.

Además, hoy la ciudadanía conoce cada vez mejor sus derechos, lo que supone la posibilidad de aceptar una prescripción clínica o no hacerlo. En la actualidad se trabaja para alcanzar decisiones consensuadas con los propios pacientes. «Los tiempos de la medicina paternalista, en la que solo hablaba y decidía el médico, deben terminar», subraya Piñeiro.

Opina igual García Rada. «En

general, se subestima a la población pensando que la mayoría no va a tener criterio para valorar la fiabilidad de una fuente. En mi caso, y salvo casos concretos, la experiencia me ha demostrado lo contrario».

Es innegable que existe una nueva generación de padres y madres sobradamente informados sobre la salud de sus hijos. «Sí, pero algunos no saben sacar mucho partido de esos detalles», subraya Pedrón. «El aumento de la educación no se traduce en menos consultas médicas. Todo lo contrario, porque acuden tres y cuatro veces por la misma causa».

**ACABAR CON LA HOMEOPATÍA PARA LOS NIÑOS** Los pediatras de primaria ven muchísimos pacientes todos los días, por lo que tienen en sus manos una difícil labor educativa y de promoción de la salud. ¿Pero y si los padres se deciden por opciones no validadas científicamente? «No hay que tratarles con arrogancia o displicencia. Es poco profesional y contraproducente porque ponemos a la defensiva a aquellos cuyas prácticas pretendemos cambiar», indica García Rada.

Sobre el uso de la homeopatía en niños hay pocas cifras, pues la venta es libre y es difícil comprobar qué cantidad se vende, y si se administra a los niños o no. Los datos de la última Encuesta de Percepción Social de la Ciencia, realizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), apuntan que más de la mitad de los españoles cree en las bondades de la homeopatía.

Un estudio publicado en 2013 sobre el uso de medicina complementaria y alternativa en niños

de 20 países europeos –entre ellos España– extrapoló que el 56% de la población en general la había utilizado al menos una vez en el último año, un porcentaje que apenas bajaba al 52% en el caso exclusivo de los niños en Europa.

Vivimos una época de cuestionamiento de las instituciones, la autoridad, lo establecido. «No es que la gente sea incompetente, es que nuestro contexto favorece creer en realidades alternativas cuando lo convencional nos ha defraudado», puntualiza el especialista.

No obstante, la advertencia es clara en el caso de la homeopatía: «Los pediatras recomendamos no administrar productos homeopáticos a los niños», subraya Roi Piñeiro. Lo más grave ocurre cuando los padres sustituyen el tratamiento prescrito por el pediatra por uno homeopático.

Así murió en mayo de 2017 un niño italiano de siete años. Sus padres decidieron tratar su otitis solo con homeopatía, en lugar de darle el antibiótico prescrito por el pediatra.

**¿POR QUÉ NO QUIEREN VACUNARLOS?** El pasado mes de julio, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad publicó los datos de las coberturas vacunales correspondientes a 2016. La media en España es alta y ronda el 95%, incluso en los dos primeros años de vida es aún mayor.

A pesar de esto, por desgracia, en España se han vivido casos como el niño de Olot, que en 2015 falleció de difteria al no estar vacunado. «Es muy grave que un niño fallezca por una enfermedad que se previene con una vacuna. Afortunadamente, las

En muchas comunidades autónomas de España se ha conseguido una cobertura vacunal superior al 99% de los niños. **IMAGEN** Pixabay

«Si nuestra actitud es el enfado, los padres no cambiarán nunca de opinión, y es la salud de sus hijos la que nos interesa», explica Piñeiro.

«Hay que escucharles siempre porque pueden tener la llave del diagnóstico del niño. El problema son los que están equivocados», dice Pedrón

¿Y si se deciden por opciones no validadas científicamente? «No hay que tratarles con displicencia. Es contraproducente», opina García Rada



coberturas vacunales en nuestro país son muy altas gracias a la labor de concienciación que hacen los pediatras de Atención Primaria», aclara Cristina Calvo.

En la historia clínica del niño se recoge la documentación que los padres deben firmar responsabilizándose de las complicaciones que puedan acontecer a su hijo por no haberse vacunado. Cuando son contrarios a la vacunación, ponen en riesgo directamente a los pacientes, de ahí que algunos pediatras consideren que no poner las vacunas se debería considerar un tipo de maltrato.

Las vacunas son responsables primordiales de que la mortalidad

infantil haya descendido enormemente en los países industrializados. Las incluidas en el calendario vacunal infantil (como la de la hepatitis B, la triple vírica, la meningitis C, la polio, etc.) han pasado estudios exhaustivos que justifican su beneficio.

«Cuando encuentro a una familia que no quiere administrárselas a sus hijos, trato de explicarles que superan ampliamente los riesgos documentados. Respeto en cualquier caso su decisión, siempre que no constate que la falta de vacunación se deba a un descuido generalizado o a problemas de índole social», añade García Rada.

**DIÁLOGO CONTRA LA INFORMACIÓN INCORRECTA** En general, el padre y la madre 2.0 tienen estudios universitarios, una edad entre los 25 y los 40 años y posibilidades económicas como para disponer de teléfonos o tabletas inteligentes y una buena conexión a internet.

«Están intoxicados por información inadecuada, pero eso no quiere decir que no tengan capacidad crítica», mantiene Roi Piñeiro. «La actitud del pediatra debe pasar siempre por el diálogo, basado en el respeto y la confianza, sin prejuzgar la actitud de unos padres que, aun estando equivocados, solo buscan lo mejor para sus hijos».

# 65 años del humo que cegó a los londinenses

En diciembre de 1952, hizo tanto frío en la capital británica que la población se puso a quemar mucho más carbón que en inviernos anteriores para protegerse. El carbón era de baja calidad, rico en azufre, debido a los problemas económicos de la posguerra. El aumento de la contaminación atmosférica se agravó por la densa masa de aire frío y durante cuatro días Londres se cubrió por una densa niebla de humo negro y partículas de ácido sulfúrico.

Los automóviles no pudieron circular por las calles, muchos cines cerraron y los conciertos fueron cancelados, porque el humo invadió incluso los espacios cerrados. Cuando la niebla se disipó a partir del día 9, unas 4.000 personas habían fallecido debido a la contaminación.

En las semanas y meses siguientes, murieron un total de 12.000 personas por infecciones del tracto respiratorio, hipoxia u obstrucción de las vías superiores.

En aquel momento, se consideró el fenómeno con mayor impacto ambiental. Se tomaron medidas legales con las que se restringió el uso de combustibles fósiles en la industria y en los años posteriores se controló la contaminación del aire.



ASÍ SE EUTANASIA A LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

# Vidas que acaban en el laboratorio

ADELINE MARCOS | 16 DICIEMBRE

En 2016 se llevaron a cabo cerca de 918.000 usos de animales para fines científicos y docencia en España, de los cuales unos 50.000 no fueron reanimados. Los protocolos europeos para regular el dolor, el estrés o la angustia y terminar con sus vidas son cada vez más estrictos y transparentes con el fin de asegurar su bienestar hasta el último momento.

Una inmersión en un poco de cerveza o en una solución de alcohol etílico al 5% es suficiente para calmar e inmovilizar a pequeños caracoles que han servido en experimentos científicos. Después se los sumerge en alcohol al 95% para acabar con sus vidas, en un procedimiento en el que en ningún momento muestran sufrimiento o angustia.

Esta es la manera «más humana» –además de económica y accesible– que ha encontrado un equipo de investigadores del State University of New York College of Environmental Science and Forestry (EE UU) para eutanasiar a

estos diminutos invertebrados de tierra, considerados buenos indicadores del estado del medioambiente. El proceso, que fue portada en el *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, es similar al que se usa en animales domésticos cuando los veterinarios sedan a perros y gatos antes de administrarles una dosis letal de eutanasia.

«Existen en la actualidad protocolos estrictos en la investigación con ciertos animales. Tenemos que estar seguros de que no sufren y de que son tratados humanamente», dice Cody Gilbertson, coautora del estudio. Pero

los invertebrados son uno de los grupos animales menos usados en experimentación animal.

Ratones, peces cebra y aves de corral ocupan los primeros puestos de la clasificación, en una larga lista en la que se incluyen ratas, conejos, cerdos, perros, gatos e incluso primates no humanos. De estos últimos, representados solo por macacos, se hace menos del 0,02% de los usos.

«La Unión Europea es la más estricta con la utilización de primates. La Directiva Europea 2010/63 estableció condiciones muy rigurosas en cuanto a los tipos de investigación e inspecciones,



Cirujanos maxilofaciales y plásticos y otorrinos, practicando un trasplante facial a una rata en el Hospital La Paz de Madrid para aplicarlo después en humanos que han sufrido un accidente o un tumor. IMAGEN EFE

Se ha producido un aumento de los usos animales destinados a profundizar en los conocimientos en el campo del cáncer humano

e incluso prohibió la utilización de grandes simios, que en la práctica ya se habían dejado de emplear hace años. En EE UU también se empieza a limitar el uso», constata Javier Guillén, director para Europa y América Latina de la Asociación Internacional para la Evaluación y Acreditación del Cuidado de Animales de Laboratorio, AAALAC International.

En el caso de España, las cifras del uso de animales para la experimentación científica se han estabilizado e incluso tienden a reducirse de año en año en función de la especie y del tipo de investigación. Según el último informe

de experimentación animal del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, en 2016 se produjo, no obstante, un aumento de los usos animales (ratones en el 95%) destinados a profundizar en el conocimiento del cáncer humano.

En total, el año pasado se realizaron 917.986 usos –539.974 en ratones (59%), seguidos de peces cebra (101.422, es decir el 11%) y aves de corral (89.795, es decir el 9,78%)–. El número de usos de animales de compañía fue de 1.083 en perros y 358 en gatos.

«Solo se utilizan animales como sujetos experimentales en casos

«Es importante evitar el dolor físico con analgesia y anestesia, pero también prevenir otro tipo de sufrimiento, como la falta de socialización», dice Guillén

Ciertos estudios requieren un uso ineludible del modelo animal, como sucede en los temas neurobiológicos o en los receptores del dolor

en los que no existe una alternativa factible y siempre el mínimo número posible», asegura a Sinc José Vicente Torres-Pérez, investigador en la School of Engineering and Materials Science de la Universidad Queen Mary de Londres (Reino Unido).

De hecho, la experimentación animal se rige por el principio de las tres erres, uno de los ejes básicos del concepto de protección animal en investigación. Se trata del reemplazo de animales por otras opciones; la reducción de su número; y el refinamiento de las actuaciones para mejorar sus condiciones de vida.

**CÓMO MEJORAR EL BIENESTAR** Es en este último punto donde entran en juego aspectos como los sistemas de cría de los animales (estabulación), las condiciones medioambientales controladas, la competencia del personal, las prácticas zootécnicas (alimentación, higiene, etc.), el cuidado veterinario y el estado de las instalaciones.

También se tiene en cuenta la clasificación de la severidad de los procedimientos, desde leve (en el 52,48% de los usos), moderada (33,93%) y severa (8,12%), hasta la nula recuperación del animal como sucede en 50.237 usos (5,47%).

«Es particularmente importante evitar el dolor físico mediante analgesia y anestesia cuando sea necesario, pero también prevenir otro tipo de sufrimiento, para lo que son fundamentales la socialización y los espacios. Cada caso, en función de la especie y el procedimiento experimental, deber ser analizado para impedir dolor, sufrimiento o angustia», confirma Javier Guillén.

Los ratones –que constituyen el grupo con el mayor número de usos– proceden en general de proveedores establecidos que los crían para este propósito. «Esto garantiza que los animales estén en las mejores condiciones posibles, con cuidadores cualificados y experimentados. Además, asegura que los animales estén libres de infecciones y parásitos, y sirve para controlar la variabilidad genética, que podría enmascarar resultados en los estudios», afirma Torres-Pérez.

Una vez en las instalaciones del centro, un equipo de veterinarios se encarga de garantizar el bienestar de los animales. Así, por ejemplo, los 18 perros de la raza Beagle que se emplearon en un estudio publicado en el *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* cumplieron un periodo de cuarentena en el estabulario y se mantuvieron en condiciones ambientales adecuadas.

«Cada día salían al patio juntos, puesto que son animales sociales y tenían contacto con sus cuidadores. Además, se les cepillaban los dientes diariamente. La comida que se les suministraba tenía una consistencia más blanda para que no tuvieran dificultades de alimentación», informa a Sinc Cosme Gay-Escoda, investigador del departamento de Biología Celular de la Universidad de Barcelona (UB).

El objetivo del trabajo, aprobado por el Comité de Ética de Investigación Animal de la UB, fue valorar las posibilidades de regenerar los huesos en casos con poco volumen óseo en los que se necesite colocar un implante integrado como soporte para una prótesis dental. En este sentido, «los perros son un modelo



experimental estandarizado para el estudio de la regeneración de este tipo de defectos óseos», añade Gay-Escoda.

La intervención se realizó bajo anestesia general, pero previamente se suministró a los perros un sedante, profilaxis antibiótica y analgésica, «que se mantuvo en el posoperatorio para asegurar el control del dolor», asegura el experto. Al finalizar los procedimientos científicos, si el animal no puede recuperarse debido a la gravedad de los experimentos, se procede a la eutanasia.

«Hay métodos de eutanasia aceptados legalmente para cada

especie, que minimizan el sufrimiento animal [anexo IV de la Directiva 2010/63]. Cualquier desviación de los métodos –por ejemplo, por necesidad científica– debe ser autorizado por la autoridad competente», apunta el director para Europa y América Latina de la AAALAC Internacional.

**CADA VEZ MAYOR CONTROL** Aunque cada investigación supone un empleo diferente de los animales, algunas requieren un uso ineludible del modelo animal, como sucede en los estudios neurobiológicos o en los receptores del dolor. Pero «siempre tratando de minimizar

Dos ratones de laboratorio, uno de ellos con signos de obesidad. IMAGEN EFE

Hay métodos de eutanasia aceptados legalmente para cada especie que minimizan el sufrimiento animal



Un perro de cuatro años escucha la grabación de sus ladridos en el laboratorio de etología, de la Universidad Eotvos Lorand de Budapest, Hungría. IMAGEN EF

el sufrimiento y malestar de los animales», enfatiza Jose Vicente Torres-Pérez.

El investigador ha publicado recientemente un trabajo en el que se utilizaron ratas para probar un tratamiento a partir del veneno de la tarántula que reduce el dolor producido por las quemaduras. En este caso, los animales tuvieron que ser anestesiados, por recomendación de la International Association for the Study of Pain (IASP), al tratarse de lesiones graves durante los experimentos.

«Todos los animales sometidos al modelo de lesión por quemadura fueron previamente anestesiados con uretano y solo se llevaron a cabo los ensayos una vez confirmada la ausencia de respuesta», especifica el científico. Durante todo el procedimiento, los animales estuvieron supervisados, se mantuvo su temperatura y se monitorizaron sus constantes, pero no pudieron ser recuperados y, siguiendo las directrices de la IASP, fueron eutanasiados.

Torres-Pérez realizó los experimentos en Reino Unido,

considerado el país que tiene el sistema de regulación más estricto del mundo sobre el uso de animales en investigación. En España la investigación con animales está regulada por el Real Decreto 53/2013 y la Orden Ministerial ECC/566/2015.

La trayectoria del científico hasta obtener la autorización en Reino Unido para utilizar seres vivos en su trabajo no fue fácil. En primer lugar, el estudio sobre el dolor tuvo que ser objeto de aprobación por el Comité de Investigación y Cuestiones Éticas

La información que llega a la sociedad sobre el uso de seres vivos para la experimentación no es siempre correcta

Se ha aprobado el acuerdo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica en España

La comunidad científica es la primera interesada en evitar el sufrimiento, el estrés y el dolor de los animales

de la IASP; el proyecto tuvo que contar, además, con la concesión de una licencia por parte del Ministerio del Interior; y los procedimientos tuvieron que ser aprobados por los servicios veterinarios del Imperial College de Londres, donde se realizó la investigación.

«A nivel personal, tuve que realizar (y aprobar) los cursos correspondientes en el Centro de Servicios Biomédicos de este centro británico. Una vez con el certificado, pude solicitar mi licencia personal al Ministerio del Interior del Reino Unido que me autoriza y capacita para realizar un conjunto de técnicas específicas en determinadas especies animales», relata el investigador.

Sin embargo, a pesar de los estrictos protocolos, la información que llega a la sociedad sobre el uso de seres vivos para la experimentación no es siempre correcta o completa, según los propios científicos.

«La sociedad es muy sensible al uso de animales en experimentación. Generalmente, la información que llega proviene de organizaciones que se oponen, y es fácil favorecer la percepción de que los animales sufren innecesariamente. El uso de ciertas imágenes fuera de contexto es muy efectivo en este sentido», confiesa Guillén.

**TRANSPARENCIA EN EL USO DE ANIMALES** Debido a las presiones por parte de la sociedad civil –a veces incluso en forma de violencia, dice el experto–, los científicos tienden a esconder su trabajo y no comunican los avances logrados con el uso de animales. «Pero estos estudios favorecen a las personas, a los propios

animales e incluso al medioambiente», recalca.

Por esta razón, en 2016 se aprobó el Acuerdo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica en España, promovido por la Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SE-CAL) e inspirado en el Concordato de Transparencia sobre la Experimentación con Animales del Reino Unido del 2014.

«Aquí se ofrece a los científicos la posibilidad de poner en conocimiento de la sociedad el trabajo que se hace con los animales, siempre de acuerdo a los criterios ético-legales establecidos», señala Guillén, para quien la información veraz y transparente es la mejor estrategia para que la sociedad entienda los beneficios del uso de animales.

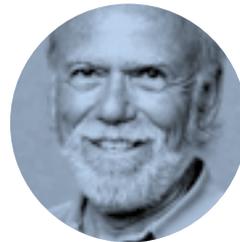
El acuerdo, actualizado anualmente por la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), en colaboración con la Asociación Europea de Animales de Experimentación (EARA, por sus siglas en inglés), ofrece la posibilidad de que todas las instituciones científicas se adhieran activamente –por ahora son más de 100– y empiecen a promover acciones de transparencia, como la publicación de una declaración institucional. «Además, se han posibilitado visitas a animalarios, entrevistas y reportajes sobre el tema», indica Guillén.

En definitiva, la comunidad científica es la primera interesada en evitar el sufrimiento, el estrés y el dolor de los animales. «Además de las razones éticas y morales de cada individuo, estos factores pueden influir en los resultados obtenidos», concluye Torres-Pérez.

# Los premios de la ciencia en 2017

## Nobel de Física

Barry C. Barish IMAGEN Wikipedia



La Real Academia Sueca de las Ciencias otorgó el Premio Nobel de Física a los estadounidenses **Rainer Weiss, Barry C. Barish** y **Kip S. Thorne** «por sus contribuciones decisivas al Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por su siglas en inglés), en EE UU, y la observación de las ondas gravitacionales».

Estas ondulaciones en el tejido del espacio-tiempo las había predicho Albert Einstein hace cien años en su teoría de la relatividad, pero hasta el 14 de septiembre de 2015 no se observaron por primera vez. La señal procedía de una colisión de dos agujeros negros y tardó en llegar 1.300 millones de años al observatorio LIGO.

Según la Academia, los galardonados han sido cruciales, con su entusiasmo y determinación, para el éxito de LIGO: «Los pioneros Weiss y Thorne, junto con Barish, el científico que completó el proyecto, se aseguraron de que cuatro décadas de esfuerzo condujeran finalmente a las observación de las ondas gravitacionales».

## Nobel de Química

Jacques Dubochet IMAGEN Wikipedia



Los científicos **Jacques Dubochet, Joachim Frank** y **Richard Henderson** fueron los ganadores del Premio Nobel de Química 2017 por el desarrollo de la criomicroscopía electrónica, que permite visualizar y estudiar biomoléculas en alta resolución. Se trata de un avance trascendental en bioquímica, que ayudará a comprender mejor la química de los seres vivos y al desarrollo de nuevos fármacos.

Con la criomicroscopía electrónica los científicos pueden congelar las biomoléculas en pleno movimiento y visualizar procesos que nunca antes se habían visto, lo que es decisivo, tanto para la comprensión básica de la química de la vida, como para el desarrollo de productos farmacéuticos.

## Nobel de Medicina

Michael W. Young IMAGEN Wikipedia



Los organismos vivos, incluidos los humanos, tienen un reloj biológico interno que les ayuda a anticiparse y adaptarse al ritmo regular del día. **Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash** y **Michael W. Young** llevan años trabajando para descifrar su funcionamiento interno. Sus descubrimientos, que les han valido el Premio Nobel de Medicina y Fisiología, explican cómo las plantas, los animales y los seres humanos adaptan su ritmo biológico para que esté sincronizado con la rotación de la Tierra.

Utilizando moscas de la fruta, los tres ganadores aislaron un gen que controla el ritmo biológico diario normal. Los expertos mostraron cómo este gen codifica una proteína que se acumula en la célula durante la noche y se degrada por el día.

## Premio Abel

Yves Meyer IMAGEN Wikipedia



La Academia Noruega de Ciencias y Letras ha otorgado el Premio Abel 2017, considerado el 'Nobel' de las matemáticas, al francés **Yves Meyer** «por su papel clave en el desarrollo de la teoría matemática de las ondulaciones». El análisis de estas pequeñas oscilaciones se aplica para procesar señales en campos tan dispares como el cine digital, las imágenes biomédicas y la detección de ondas gravitacionales, como las que ha descubierto recientemente el experimento LIGO.

Nacido hace 77 años en el seno de una familia sefardí y educado en Túnez y Francia, Meyer ha sido, según el jurado, «el líder visionario» en el moderno desarrollo de la teoría de las ondulaciones, unas funciones o pequeñas oscilaciones que se encuentran en la intersección entre las matemáticas, la tecnología de la información y las ciencias de la computación.

## Princesa de Asturias

Cooperación

Sede de la Hispanic Society of America  
IMAGEN EPO



La **Hispanic Society of America**, con sede en Nueva York, que posee la mayor colección de arte hispano fuera de España, fue galardonada con el Premio Princesa de Asturias de Cooperación Internacional 2017.

Fundada por Archer Milton Huntington, abrió sus puertas en 1908 en un edificio estilo *Beaux-Arts*, que es aún hoy su sede, en la llamada Audubon Terrace, situada en la avenida Broadway entre las calles 155 y 156 de Nueva York. Cuenta con un museo, una biblioteca y un seminario de estudios hispánicos medievales.

El galardón supone el reconocimiento a esta institución, dedicada a coleccionar, conservar, estudiar, mostrar, estimular el conocimiento del arte la historia y la literatura de España y Portugal y de los países de ámbito hispano.

## Princesa de Asturias

Ciencias Sociales

Karen Armstrong IMAGEN Wikipedia



La escritora británica especializada en religión comparada **Karen Armstrong** fue la ganadora del premio Princesa de Asturias de Ciencias Sociales 2017. Nacida en 1944 en Worcestershire, fue monja católica hasta que dejó los hábitos en 1969 para indagar en la historia de las religiones.

Se ha convertido en una autoridad mundial en su especialidad y es miembro del Grupo de Alto Nivel de la Alianza de Civilizaciones.

Armstrong ganó frente a candidatos como el biólogo especialista en sociobiología Edward Osborne Wilson, la ensayista feminista española Celia Amorós, el economista y político español Ramón Tamames o el filósofo y ensayista surcoreano Byung-Chul Han.

## Princesa de Asturias

Investigación Científica y Técnica

Kip S. Thorne IMAGEN Wikipedia



Los tres físicos estadounidenses que resultaron ganadores del Nobel de Física, **Rainer Weiss**, **Kip S. Thorne** y **Barry C. Barish** fueron previamente galardonados con el Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2017.

Los investigadores impulsaron la creación del Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales (LIGO, por su siglas en inglés), en EE UU, donde por primera vez se detectaron ondas gravitacionales.

Weiss y Thorne, junto al investigador Ronald Drever (fallecido en marzo de 2017), fueron los que, en los años ochenta, propusieron la construcción de LIGO para la detección de ondas gravitacionales.

Este observatorio estuvo dirigido entre 1997 y 2006 por el tercer galardonado, Barish, que impulsó la fundación en 1997 de la colaboración científica LIGO, en la que se han integrado investigadores de universidades e instituciones de todo el mundo.

## Rey Jaime I

Alicia Asín Pérez IMAGEN Joi Ito



En la última edición de los Premios Rey Jaime se galardonó a **Fernando Martín García**, en la categoría de Investigación Básica; **Alicia Asín Pérez**, en la de Emprendedor; **Susana Marcos Celestino**, en Nuevas Tecnologías; **Anna María Travaset Vilagínés**, en el apartado de Protección del Medio Ambiente; **Josep Dalmau Obrador**, en Medicina Clínica; y **Carmen Herrero Blanco**, en Economía.

En la elección de los galardonados participaron 18 premios Nobel, además de una amplia representación del empresariado español.

Con el objetivo de promover la investigación y el desarrollo científico en nuestro país, los Premios Rey Jaime I reconocen la labor de aquellas personas que hayan desarrollado parte de su trabajo científico en territorio nacional. A cada galardonado se le otorga una cuantía de 100.000 euros, convirtiéndose estas condecoraciones en las mejor remuneradas del país.

## Fronteras del Conocimiento

Biomedicina

Emmanuelle Charpentier IMAGEN SINC



**Emmanuelle Charpentier**, **Jennifer Doudna** y **Francisco Martínez Mojica** han sido galardonados en la última edición del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Biomedicina por hacer posible la modificación del genoma «con una precisión sin precedentes». Mientras Martínez Mojica identificó la secuencia CRISPR en microorganismos, Charpentier y Doudna demostraron su uso potencial como herramienta universal de edición genómica.

Desde su creación como técnica de edición genómica en 2012, CRISPR Cas9 se utiliza para buscar nuevos tratamientos contra numerosas enfermedades –incluyendo el cáncer y el sida–, así como para obtener nuevas variedades vegetales o en aplicaciones medioambientales.

## Inventor Europeo

José Ángel Ávila (izquierda) y Laurent Lestarquit IMAGEN EPO



El equipo europeo que ha desarrollado la señal de radio que hará del Galileo el sistema de navegación satélite más preciso del mundo, en el que participa el ingeniero español **José Ángel Ávila**, ha sido galardonado este año con el Premio Inventor Europeo del Año de la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés).

Premiado en la categoría de Investigación, el equipo de científicos de la Agencia Espacial Europea, el Centro Nacional de Estudios Espaciales francés y de la Universidad de Múnich ha invertido 15 años de trabajo en generar una onda flexible y de alta precisión que puede combinarse con el GPS.

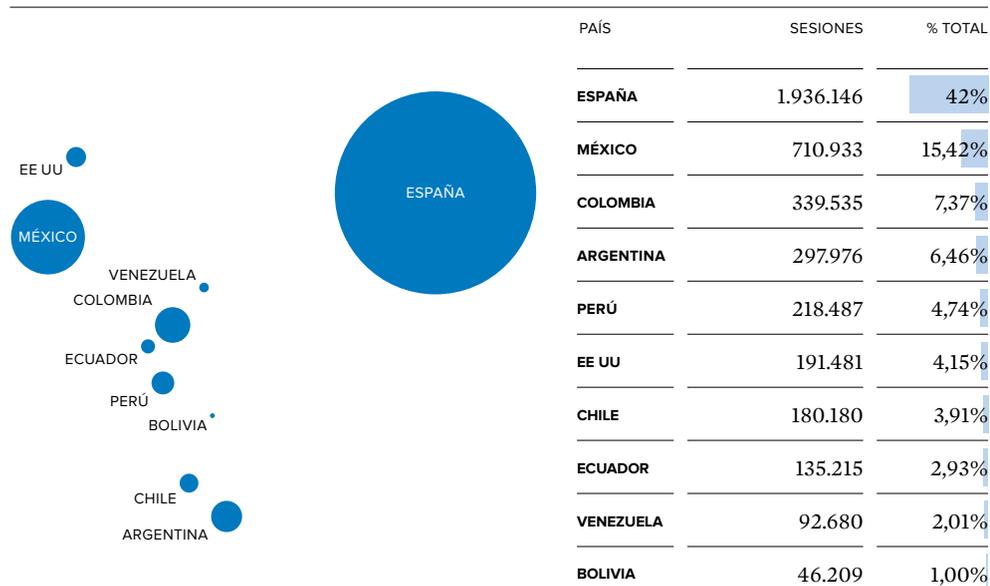
En la categoría de Industria, el galardón fue para el holandés Jan van den Boogaart y el austriaco Oliver Hayden, padres del primer test de malaria. En pymes el premio fue para Günter Hufschmid, creador de una esponja capaz de absorber petróleo cuando hay una fuga. Y el reconocimiento a Una vida de investigación fue para el italiano Rino Rappuoli, considerado el «padre» de las vacunas modernas.

# Un año de Sinc en datos

Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2017. Fuente: Google Analytics

SESIONES	USUARIOS	VISITAS A PÁGINAS
4.609.606	3.662.630	6.119.728

## ORIGEN GEOGRÁFICO DE LAS SESIONES



USUARIOS REGISTRADOS EN SINC A 31 de diciembre de 2017

520  
Instituciones

1.246  
Periodistas

## COBERTURAS

Desde 2017, Sinc actúa como *media partner* del **proyecto europeo SCOPE** –coordinado por FECYT y financiado por la Unión Europea a través de Horizon 2020– para comunicar los resultados visionarios de la investigación de proyectos asociados al Graphene Flagship y el Human Brain Project.

Además, este año Sinc informó desde **congresos y reuniones internacionales**: las instalaciones del programa Copérnico, en Reading (Reino Unido); la reunión Women in Graphene, en Londres; la Graphene Week, en Atenas; la planta de turbinas 3D de Siemens, en Finspång (Suecia); el encuentro ‘Bioeconomy in Baden-Württemberg’, en Stuttgart (Alemania), y otros.

## FORMACIÓN Y EVENTOS

Los redactores de Sinc han impartido **formación especializada en periodismo científico** en el instituto RTVE (Madrid y Barcelona); la Universidad Europea de Madrid, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Carlos III de Madrid, el instituto de Salud Carlos III, la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Uppsala (Suecia).

Además, han participado en el coloquio Innovation bridge: Comunicando Ciencia y Sociedad, de la Universidad Francisco de Vitoria, el Día de la Innovación en Cáncer, el Congreso Anual de Biotecnología en León, la entrega de los Premios Prisma Casa de las Ciencias en A Coruña y el Congreso de Comunicación Social de la Ciencia en Córdoba.

## PREMIOS

**Premio del Foro Transfiere en categoría escrita** obtenido *ex aequo* por Adeline Marcos por el reportaje *Las mujeres que domaron la niebla para calmar la sed de los bereberes* y Jesús Méndez por el reportaje *Las grasas pueden tener la llave contra la metástasis*.

**Premio Boehringer Ingelheim al Periodismo en Medicina en categoría digital** para Jesús Méndez por el reportaje *Las vacunas contra el cáncer empiezan su segunda vida*.

## BECAS

Sinc se consolida como **escuela de jóvenes periodistas** científicos por séptimo año consecutivo. Hasta diciembre de 2017, ya son 26 los estudiantes que se han formado en la redacción de Sinc, donde han aprendido las claves de un periodismo especializado en ciencia, de calidad, riguroso y orientado al gran público.

## LO MÁS LEÍDO

- ① El asteroide de Halloween prepara su regreso en 2018
- ② La antropóloga que demostró que la violencia machista no tiene nada de natural
- ③ La crianza con apego no funciona como predicaban los ‘gurús’
- ④ ¿Con qué tipo de ejercicio se consumen más kilocalorías?
- ⑤ Desvelada la evolución del gen responsable de que la carne roja produzca cáncer
- ⑥ La fructosa, peor para el metabolismo y el sistema vascular que la glucosa
- ⑦ Llegan los psicobióticos
- ⑧ Dos partículas separadas 1.200 km se entrelazan de forma cuántica
- ⑨ «Es necesario desterrar la televisión de la habitación donde dormimos»
- ⑩ Las mujeres afroamericanas que ayudaron a ganar la carrera espacial

# El equipo Sinc

 facebook.com/agenciasinc  
 twitter.com/agencia\_sinc

@pampanilla



## Pampa García Molina

Coordinadora

Pampa es licenciada en Física y máster en Periodismo y Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y el Medioambiente. Desde 2011 es la coordinadora y redactora jefa de Sinc.

Ha trabajado como periodista científica y editora especializada para *Muy Interesante*, *Divulga*, *SM*, *El Mundo*, *La Razón* y *Quo*, entre otros. Es vocal de la Asociación Española de Comunicación Científica (AECC).

@enriquesinc



## Enrique Sacristán

Redactor de matemáticas, física, química y tecnología

Enrique es licenciado en Ciencias Biológicas y máster en Periodismo y Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y el Medioambiente. Ha sido realizador *freelance* de documentales y ha trabajado en la sección de Ciencia de la Agencia Efe. En 2008 entró a formar parte del equipo de Sinc como responsable del área de matemáticas, física y química.

@evaou22



## Eva Rodríguez

Redactora de ciencias naturales y de ciencias sociales

Eva es licenciada en Periodismo, en Comunicación Audiovisual y máster en Dirección de Comunicación, Relaciones Públicas y Protocolo. Ha ejercido el periodismo en Telemadrid y en el área de realización del Canal de Televisión del Senado. Desde 2009 es responsable del área de ciencias sociales de Sinc. Desde 2012, además, lleva la sección de ciencias naturales y medioambiente.

@\_Veronique\_F



## Verónica Fuentes

Redactora de biomedicina y salud

Verónica es licenciada en Ciencias Ambientales y máster en Periodismo y Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y el Medioambiente. Después de dedicarse a la educación y gestión ambiental, comenzó en el periodismo dentro de la Agencia Efe. Trabaja en Sinc desde sus inicios, en 2008, como responsable del área de biomedicina y salud.

@AdelineMarcos



## Adeline Marcos

Redactora de ciencias naturales

Adeline es licenciada en Periodismo y máster en Periodismo y Comunicación de la Ciencia, la Tecnología y el Medioambiente. Trabajó en el periódico francés *La Nouvelle République du Centre-Ouest*, y en el periódico canadiense *The Source*. Tras su paso por la sección de Ciencia de la Agencia Efe, trabajó en Sinc desde sus inicios como responsable de ciencias naturales. De 2012 a 2014 colaboró con la agencia desde las Palmas de Gran Canaria.

@AnaHernandoDyO



## Ana Hernando

Redactora de innovación y tecnología

Ana es licenciada en Periodismo. Posee una sólida experiencia como periodista con gran énfasis en economía, empresas, relaciones internacionales, ciencia y tecnología.

Ha trabajado en *Cinco Días* durante 14 años, cinco de ellos como corresponsal en Londres. En los últimos años ha desarrollado su actividad en el ámbito de la comunicación institucional. Desde 2011 es la responsable de la sección de innovación de Sinc.

**EDITA** Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, 2017

**IMAGEN DE PORTADA** NASA/Swift/Dana Berry  
La noticia científica de 2017 ha sido la detección histórica del choque de dos estrellas de neutrones. Su colisión, hace unos 130 millones de años, produjo una espectacular emisión de energía y generó las ondas gravitacionales registradas por los instrumentos LIGO, en EE UU, y Virgo, en Italia. Con ellas hemos asistido al nacimiento de un nuevo campo: la astronomía multimensajero.

**AGRADECIMIENTOS** La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología quiere agradecer su colaboración a todas las universidades, centros de investigación, fundaciones, empresas, hospitales, parques tecnológicos y, por supuesto, investigadores y periodistas que participan en la difusión de la I+D+i.

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN** underbau  
**IMPRESIÓN** Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.  
**NIPO** 057-17-001-8  
**E-NIPO** 057-17-002-3  
**DEPÓSITO LEGAL** M-3064-2015

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



# ANUARIO SINC LA CIENCIA ES NOTICIA

2017



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA

**sinc**  
La ciencia es noticia