

ANUARIO SINC LA CIENCIA ES NOTICIA

2018



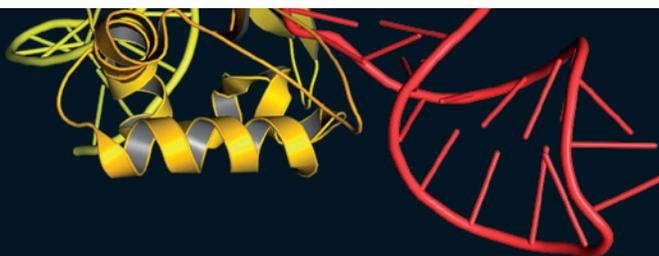
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

sinc
La ciencia es noticia



Agencia SINC

La ciencia es noticia

2018

www.agenciasinc.es

MARZO

Una estrella perturbó a cometas del sistema solar en la prehistoria

Hace unos 70.000 años, cuando la especie humana ya estaba sobre la Tierra, una pequeña estrella rojiza se aproximó a nuestro sistema solar y perturbó gravitatoriamente a cometas y asteroides. Astrónomos de la Universidad Complutense de Madrid han comprobado que el movimiento de algunos de estos objetos todavía está marcado por aquel encuentro estelar.

IMAGEN J. A. Peñas







JULIO

Viejas migas de pan reescriben los libros de Historia

En el desierto Negro, en el nordeste de Jordania, investigadoras españolas de la Universidad de Copenhague y del University College de Londres identificaron restos de pan hecho hace 14.400 años, varios milenios antes de la domesticación de los cereales. Era un pan plano, sin levadura, ácimo, hecho de harina y agua.

IMAGEN Alexis Pantos

JULIO

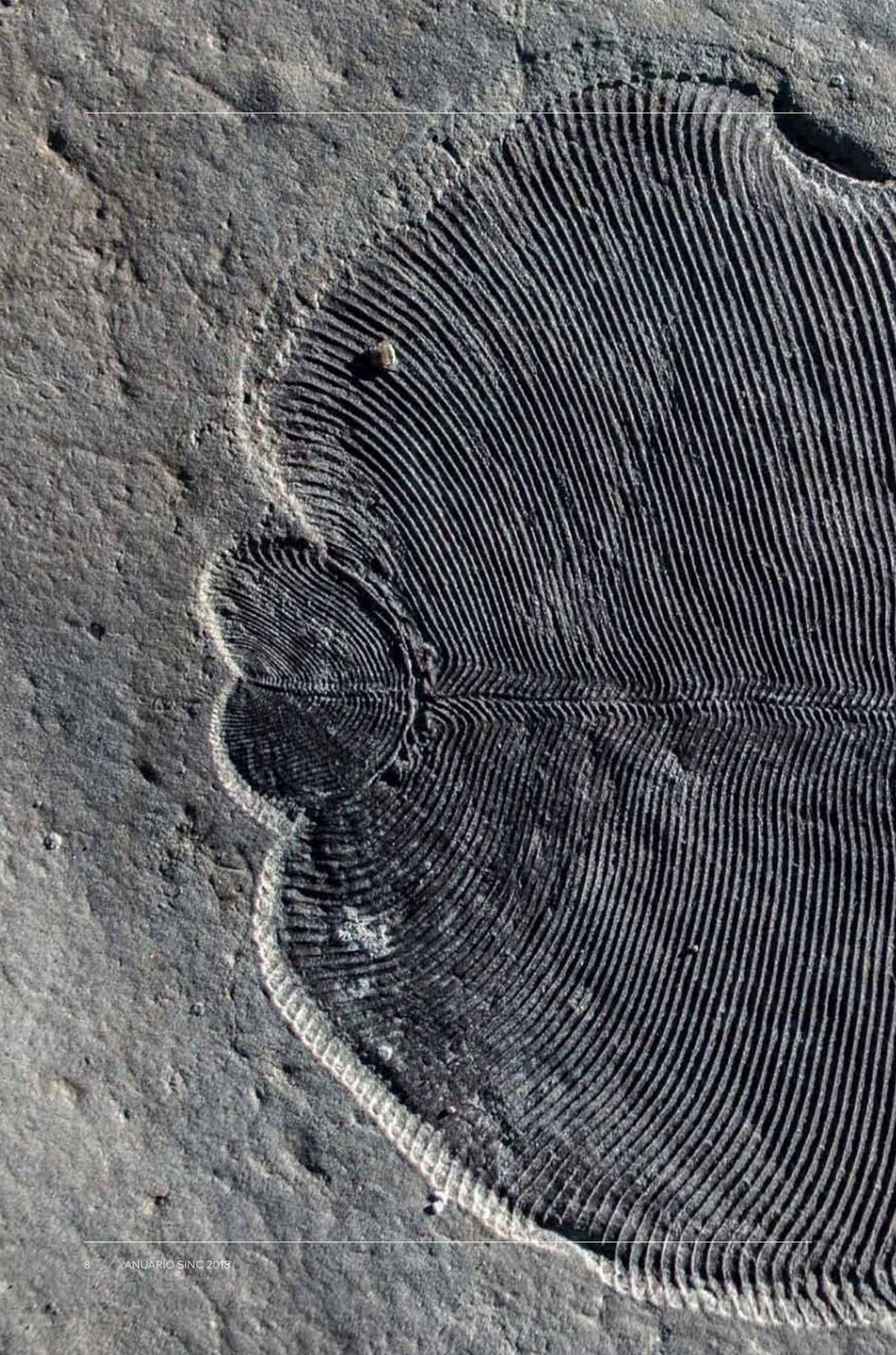
El eclipse de Luna más largo del siglo

Debido a que nuestro satélite cruzó la sombra proyectada por la Tierra, el 27 de julio de 2018 se produjo un eclipse total de Luna, el más largo del siglo XXI, con una duración de 103 minutos en la fase de totalidad. Tenía color rojizo, una 'luna de sangre'. Además, Marte apareció más brillante. El espectáculo se pudo disfrutar a simple vista.

IMAGEN Mark Gillow









SEPTIEMBRE

Dickinsonia, el primer animal conocido que pobló la Tierra

Una extraña criatura llamada Dickinsonia, que medía cerca de 1,4 metros de longitud y tenía forma ovalada con segmentos en forma de costilla en su cuerpo, es el primer animal poblador de la Tierra del que se tiene registro. Vivió hace 558 millones de años, según restos de colesterol hallados en un antiguo fósil muy bien conservado.

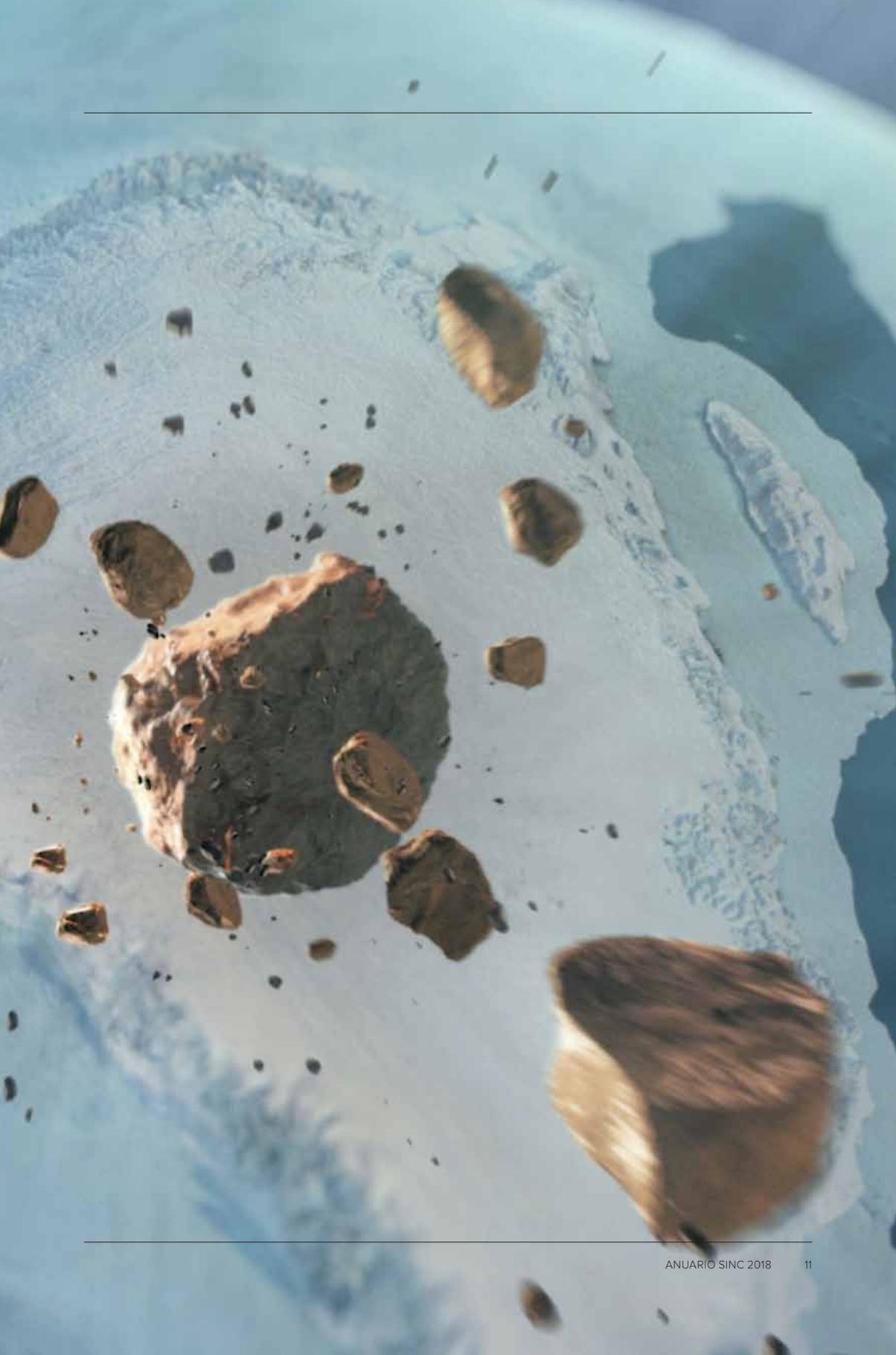
IMAGEN Ilya Bobrovskiy

NOVIEMBRE

El cráter bajo el hielo de Groenlandia pudo surgir en tiempos de los humanos

Un gigantesco cráter de 31 km de diámetro, tan grande como el área metropolitana de Madrid, se oculta bajo un glaciar de Groenlandia. Los científicos que lo han descubierto estiman que el meteorito que lo produjo pudo impactar hace entre tres millones de años y tan solo 12.000 años. Quizá nuestros antepasados no vieron la colisión, pero pudieron sentir sus consecuencias climáticas.

IMAGEN Natural History Museum of Denmark





NOVIEMBRE

Diez años #SINCronizados

Para celebrar su décimo aniversario, SINC se reunió con compañeros de profesión, invitó como conferenciante a la periodista científica Angela Saini y entregó cinco reconocimientos a científicos y equipos de comunicación. En la imagen, los miembros de nuestra redacción con los ganadores: Lluís Montoliu, del CNB-CSIC; Alicia Sintés, de la UIB; Luz Rello, de Change Dyslexia; Chitina Torres, del CENIEH, y Xiomara Cantera, del MNCN.

IMAGEN FECYT



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

SINC 10 años



Contenidos

016

introducción

018

noticias

027

reportajes y entrevistas

152

premios

156

datos SINC

158

equipo SINC

Introducción

PALOMA DOMINGO GARCÍA
DIRECTORA GENERAL DE FECYT

Esta nueva edición del Anuario SINC ofrece, como cada año, una selección de la actualidad científica publicada durante el 2018 –año en el que se conmemoró el décimo aniversario de la agencia SINC–, que el equipo de redactores y colaboradores considera de gran interés social. El conjunto de informaciones representa una perfecta radiografía de los retos y avances en ciencia, tecnología, salud y medioambiente.

El anuario SINC 2018 incluye algunos de los acontecimientos más significativos del año como fue la creación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el nombramiento del ingeniero aeronáutico Pedro Duque como ministro. También destaca, en materia de política científica, el anuncio de la presidenta del Congreso de los Diputados, Ana Pastor, de crear una oficina de asesoría científica.

El adiós al físico, cosmólogo y divulgador científico británico Stephen Hawking a los 76 años tras una larga enfermedad que le obligó a estar en silla de ruedas y depender de un sistema de voz computarizado para comunicarse

fue otra de las noticias que marcaron el 2018.

La ciencia, la tecnología y la innovación forman parte de nuestras vidas y tienen una repercusión real en las personas. La agencia SINC ha querido dejar constancia de ello en muchos de sus titulares. Quiero destacar, por ejemplo, el que anunciaba que la vacuna del papiloma humano protege a las jóvenes del cáncer de cérvix, el que señalaba que una molécula extraída de un cardo alarga la vida de los pacientes con metástasis cerebral o el que afirmaba que tres parapléjicos volvían a andar con implantes inalámbricos en la médula.

Pero, sin duda, la noticia que despertó un gran debate mundial fue la que daba a conocer que un científico chino, He Jiankui, había creado bebés modificados con CRISPR con el objetivo de hacerles resistentes al VIH.

Sabemos que el lenguaje científico es complejo y todo este conocimiento tiene que resultar comprensible y atractivo –sin olvidar la rigurosidad– para la ciudadanía. Gracias al esfuerzo de los investigadores y equipos

de comunicación de las instituciones, empresas y centros de investigación locales, nacionales e internacionales que colaboran con nosotros, SINC lo hace posible. Esta es, quizá, la razón por la que muchos medios de comunicación eligen SINC como fuente de información para acercar la ciencia a un lector no especializado.

Queremos seguir mejorando y aumentando el impacto de los contenidos. Para ello, la tecnología es imprescindible. En este sentido, estamos rediseñando la página web www.agenciasinc.es, que en 2018 recibió siete millones de visitas, con el fin de ofrecer un mejor servicio público y satisfacer la demanda de información científica de la sociedad.

Este anuario SINC 2018 es el mejor prólogo de las noticias que están por venir, porque la mejor parte de la historia de la ciencia está todavía por escribir. Estas páginas te darán muchas respuestas, pero también te generarán nuevas preguntas que, como a mí, te obligarán a reconocer lo poco que sabemos y lo mucho que ignoramos. Espero que lo disfrutes.

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

LA SALIDA DE ÁFRICA DE LOS HUMANOS MODERNOS SE ADELANTA 50.000 AÑOS

Un fragmento de mandíbula encontrado en Israel es el fósil humano más antiguo que se ha hallado fuera del continente africano. Los huesos, pertenecientes

a un *Homo sapiens* que vivió hace entre 200.000 y 175.000 años, indican que nuestra especie salió de África mucho antes de lo que se pensaba. En su estudio han participado varios científicos del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH).

GRANDES DIFERENCIAS POR PAÍSES EN LA SUPERVIVENCIA DEL CÁNCER

Las cifras de supervivencia del cáncer han mejorado incluso para algunos de los tumores más mortales, como el de hígado o pulmón, según el estudio más amplio de estas tendencias, publicado en *The Lancet*, con datos de 71 países.

febrero



IMAGEN American Girl

EL ÉXITO DEL 11F

Desde 2015, el 11 de febrero es el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, con el que se busca visibilizar el trabajo de las mujeres en este ámbito y fomentar la cultura científica entre las jóvenes. En 2018, la celebración de este día en España se consolidó con más de 1.300 charlas y actividades. El viejo estereotipo del físico despistado o el *nerd* excéntrico deja paso a nuevos modelos femeninos.



IMAGEN P. Saura

LOS PRIMEROS ARTISTAS DEL MUNDO FUERON NEANDERTALES

La datación de pinturas rupestres en tres cuevas de Málaga, Cantabria y Cáceres ha puesto fecha al arte más antiguo conocido, hace más de 64.000 años, y se ha determinado su autoría: es neandertal.

marzo



IMAGEN FreeStocks

EN TWITTER LA INFORMACIÓN FALSA CORRE MÁS DEPRISA QUE LA VERDAD

Las noticias falsas se difunden un 70% más rápido que la información veraz. Investigadores de EE UU analizaron 126.000 historias tuiteadas por tres millones de personas unas 4,5 millones de veces entre 2006 y 2017. Las falsedades más tuiteadas fueron las de contenido político, que se dispararon en las elecciones presidenciales estadounidenses.

STEPHEN HAWKING MUERE A LOS 76 AÑOS

El físico, cosmólogo y divulgador científico británico Stephen Hawking murió el 14 de marzo a los 76 años en su casa de Cambridge (Reino Unido). Su teoría sobre los agujeros negros cambió la concepción que hasta los años 70 se tenía del universo. Desde hacía más de 50 años, Hawking padecía esclerosis lateral amiotrófica, ELA, una enfermedad que le obligó a estar en silla de ruedas y depender de un sistema de voz computarizado para comunicarse.

abril



IMAGEN NASA, ESA y P. Kelly

LA ESTRELLA MÁS LEJANA JAMÁS OBSERVADA

El telescopio espacial Hubble ha detectado una enorme estrella azul, denominada Ícaro, a unos 14.000 millones de años luz de distancia, lo que la convierte en la más lejana observada hasta la fecha. El descubrimiento ha sido posible gracias a una lente gravitacional, una gigantesca 'lupa' creada por un cúmulo de galaxias.

LA ESTACIÓN ESPACIAL CHINA TIANGONG-1 SE DESINTEGRA SOBRE EL PACÍFICO

Después de días de incertidumbre, el laboratorio espacial Tiangong-1, que desde 2016 orbitaba descontrolado alrededor de la Tierra, reentró en la atmósfera terrestre y se destruyó sobre el Pacífico sur.

El gigante asiático ha utilizado este prototipo para probar tecnologías que usará en su futura estación espacial, que prevé concluir en 2022.



IMAGEN Andreas Lachmann

UN LAGARTO EXTINTO DE CUATRO OJOS

Un equipo internacional de científicos ha identificado en un fósil de lagarto hallado en 1871 el tercer y cuarto ojo en la parte superior de la cabeza. Es la primera vez que se encuentra este rasgo en un vertebrado con mandíbula.

mayo

LA VACUNA DEL PAPILOMA HUMANO PROTEGE A LAS JÓVENES DEL CÁNCER DE CÉRVIX

Una revisión de estudios publicada en la Biblioteca Cochrane muestra que la vacuna contra el virus del papiloma humano previene frente a las lesiones de cuello de útero en mujeres jóvenes, especialmente en aquellas que se vacunan entre los 15 y los 26 años.



IMAGEN Zeynel Cebeci

UNA MOLÉCULA EXTRAÍDA DE UN CARDO ALARGA LA VIDA DE PACIENTES CON METÁSTASIS CEREBRAL

Investigadores españoles presentaron el primer tratamiento contra las metástasis cerebrales que ataca el ambiente del tumor. Está basado en una sustancia natural llamada silibinina y su ensayo preliminar ha sido un éxito en 18 pacientes. No cura el cáncer, pero sí aumenta la supervivencia.

junio



IMAGEN EFE

PEDRO DUQUE, MINISTRO DE CIENCIA

El ingeniero aeronáutico Pedro Duque, el primer astronauta de nacimiento y nacionalidad española, fue nombrado titular del nuevo Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Duque ha trabajado en la Agencia Espacial Europea, además de en diversas empresas y centros académicos.

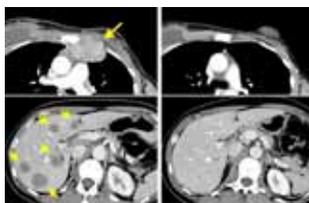


IMAGEN NCI

ELIMINAN EL CÁNCER DE MAMA GRACIAS A LAS CÉLULAS T DE LA PROPIA PACIENTE

La revista *Nature Medicine* publicó el exitoso caso de una mujer de 49 años con cáncer de mama metastásico cuyo sistema

inmunitario fue modificado para eliminar por completo sus células tumorales.

UNA GRAN TORMENTA AMENAZA A OPPORTUNITY EN MARTE

Una tormenta de arena en la superficie marciana, la mayor registrada hasta la fecha, afectó al funcionamiento del rover Opportunity de la NASA, cuya misión quedó suspendida temporalmente.

julio

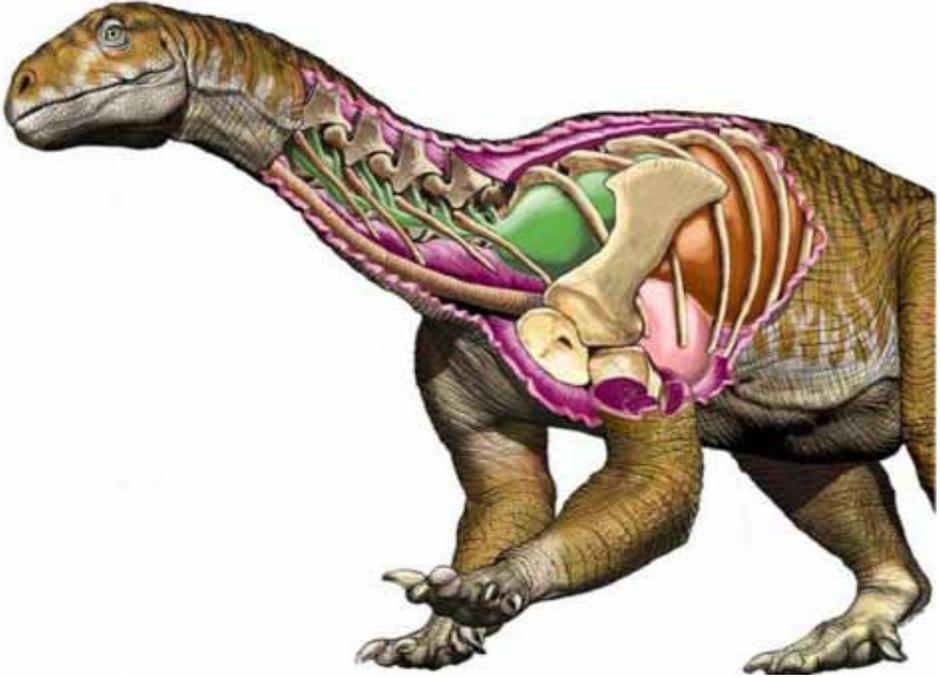


IMAGEN Jorge A. González

LA DINOSAURIA GIGANTE MÁS ANTIGUA

No se sabe si fue macho o hembra, pero los paleontólogos argentinos que han descubierto a esta nueva especie de dinosaurio herbívoro han decidido ponerle un nombre femenino: *Ingentia prima*. Esta colosal criatura medía entre entre 8 y 10 metros de longitud, pesaba unas 10 toneladas y vivió hace unos 205 millones de años, por lo que representa el caso más antiguo de gigantismo en dinosaurios.

DESCUBRIMIENTO HISTÓRICO DE UNA FUENTE DE 'PARTÍCULAS FANTASMA'

Después de décadas buscando dónde nacen los neutrinos y los rayos cósmicos más energéticos del universo, los científicos han encontrado un objeto que los produce: un blazar, una gigantesca galaxia con un agujero negro y un chorro de partículas apuntando directamente hacia la Tierra. El hallazgo se ha realizado en el observatorio IceCube de la Antártida.

UNA MASA DE AGUA LÍQUIDA BAJO LA SUPERFICIE DE MARTE

El radar de la nave espacial Mars Express ha detectado una superficie reflectante, de unos 20 km de largo, a kilómetro y medio de profundidad en el polo sur marciano. Los científicos consideran que es una enorme reserva de agua líquida, parecida a los lagos subglaciales de la Tierra, como el Vostok en la Antártida.

agosto

DESCUBIERTOS LOS RESTOS DE UNA HIJA DE NEANDERTAL Y DENISOVANO

En una cueva siberiana ha aparecido un trozo de hueso de una adolescente que vivió hace más de

50.000 años. Los análisis genómicos han revelado que la madre era una neandertal y su padre un denisovano, los dos grupos de homínidos extintos que habitaban Eurasia mientras se expandían los humanos modernos.

septiembre



IMAGEN Craig Foster

EL DIBUJO MÁS ANTIGUO DE LA HISTORIA TENÍA FORMA DE 'HASHTAG'

Hace 73.000 años, en Sudáfrica, una mujer o un hombre primitivo dibujó sobre una roca un patrón de rayas rojas parecido al símbolo de un *hashtag* (#) de manera intencionada con una cera de polvo de ocre.

MOVIMIENTO *OPEN SCIENCE* PARA LIBERAR A LA CIENCIA EUROPEA

Trece agencias europeas de financiación se comprometieron a poner en práctica un nuevo

plan de ciencia en abierto, el PlanS. A partir de enero de 2020, los resultados de proyectos financiados por las agencias deberán publicarse en revistas y plataformas de acceso abierto de forma inmediata.

octubre

MEDIDAS DRÁSTICAS PARA LIMITAR EL CALENTAMIENTO A 1,5 °C

91 expertos de 40 países del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático presentaron un informe especial para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, en lugar de 2 °C. Según los autores, ya estamos sufriendo las consecuencias de un aumento de 1 °C respecto a los niveles preindustriales.



IMAGEN EPFL/Jean-Baptiste Mignardot

TRES PARAPLÉJICOS VUELVEN A ANDAR CON IMPLANTES INALÁMBRICOS EN LA MÉDULA

Un neurocientífico y una neurocirujana suizos han logrado que personas con las piernas paralizadas desde hace años vuelvan a caminar tras introducirles implantes en la médula espinal.

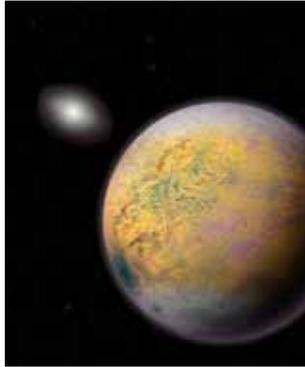


IMAGEN Carnegie Institution for Science

UN 'DUENDE' AYUDA A BUSCAR EL PLANETA X

Astrónomos estadounidenses han descubierto en los confines del sistema solar un planeta enano de unos 300 km de diámetro y lo han bautizado como 'El Duende'. La órbita alargada de este objeto parece estar guiada por el misterioso noveno planeta que podría existir más allá de Plutón.

EN 2040, ESPAÑA PODRÍA SER EL PAÍS CON MAYOR ESPERANZA DE VIDA DEL MUNDO

Un nuevo estudio analiza la longevidad y las causas de muerte en el mundo para 2040. Si continúan las tendencias recientes de salud, los resultados publicados en *The Lancet* confirman que España podría subir hasta situarse en el primer lugar en 2040, con una esperanza de vida promedio de 85,8 años.

ALERTA: LOS TEST GENÉTICOS TE PUEDEN DELATAR

Los kits de ADN comerciales están de moda. En EE UU, los equipos forenses están empleando bases de datos con información de esos test para desenmascarar a criminales a partir del ADN de familiares. Los científicos piden políticas que garanticen la privacidad genética.

noviembre

NOVEDADES EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

La Conferencia General de Pesas y Medidas modificó las definiciones de kilogramo, amperio, kelvin y mol, que quedarán referidas a constantes físicas universales.

EL 20% DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA CONSUME PSEUDOTERAPIAS

Uno de cada cinco españoles ha utilizado remedios no contrastados científicamente como la homeopatía o la acupuntura, y cerca de dos millones de personas los han empleado en sustitución de tratamientos médicos, según la IX Encuesta de Percepción Social de la Ciencia realizada por FECYT.

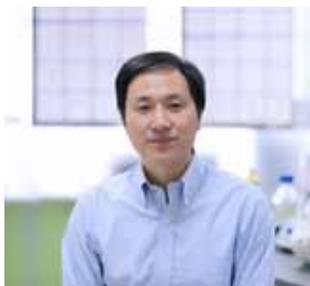


IMAGEN YouTube

BEBÉS MODIFICADOS CON CRISPR

El científico chino Jiankui He asegura haber creado los primeros bebés editados genéticamente con la herramienta CRISPR. Habría utilizado esta técnica en dos gemelas con el objetivo de hacerlas resistentes al VIH.

CIENCIA EN EL PARLAMENTO

La presidenta del Congreso de los Diputados Ana Pastor se comprometió a crear una oficina de asesoría científica antes del final de la legislatura.

DESCIENDE LA TASA DE MUTILACIÓN GENITAL DE NIÑAS EN ÁFRICA

La prevalencia de mutilación genital de niñas de hasta 14 años se ha reducido en la mayoría de las regiones africanas. Sin embargo, en países como Yemen e Irak esta práctica incluso ha aumentado, según un estudio observacional que abarca casi tres décadas.



IMAGEN NASA

INSIGHT, AL CORAZÓN DE MARTE

La nave InSight recorrió durante seis meses los 483 millones de kilómetros que la separaban de Marte y superó los siete minutos de pánico antes de tocar suelo marciano. Será la primera en estudiar el interior del planeta y los 'martemotos'.

diciembre



IMAGEN Hospital das Clínicas de Sao Paulo

PRIMERA BEBÉ NACIDA DEL ÚTERO DE UNA DONANTE FALLECIDA

La revista *The Lancet* anunció el nacimiento del primer bebé tras un trasplante de útero de una donante fallecida. El logro, que tuvo lugar en diciembre de 2017, puede facilitar la gestación a todas las mujeres con infertilidad uterina sin necesidad de donantes vivos.

CUATRO NUEVAS ONDAS GRAVITACIONALES, Y YA VAN ONCE

La colaboración científica LIGO y Virgo ha anunciado la detección de cuatro ondas gravitatorias, fruto de la fusión de agujeros negros de masa estelar. La Universitat de les Illes Balears ha contribuido a la observación y análisis de las señales.



LOS SECRETOS DEL SOLITARIO GEORGE

El último ejemplar de tortuga gigante de la isla de Pinta en Galápagos murió en 2012 con más de 100 años. El análisis de su genoma, coliderado por Carlos López-Otín, de la Universidad de Oviedo, revela que conservaba variantes genéticas relacionadas con la reparación del ADN, la respuesta inmunitaria y la supresión del cáncer.

CIENCIA ABIERTA CONTRA LA MALARIA

Un consorcio mundial ha analizado medio millón de moléculas en la búsqueda de compuestos capaces de bloquear la infección hepática del parásito de la malaria y evitar que pase a la sangre. El equipo ha usado un enfoque abierto, que permite compartir los resultados, y ha obtenido una lista de 631 compuestos.

365 días de historias contadas en profundidad

CUATRO EMPRENDEDORAS QUE HAN ROTO MOLDES CON SUS DESARROLLOS

Mujeres, jóvenes, españolas y líderes en tecnología

ANA HERNANDO | 16 ENERO 2018

Videojuegos para ayudar a niños y niñas con dislexia, chips que permiten ensayar fármacos sin utilizar animales, sensores inteligentes que detectan erupciones volcánicas y análisis de datos para potenciar el comercio electrónico son tecnologías desarrolladas por cuatro emprendedoras españolas. Estas expertas en ingeniería y en ciencias de la computación destacan en un sector con claro dominio masculino.

No es ningún secreto: la industria de la tecnología tiene un problema de diversidad. El ambiente de entornos como el de Silicon Valley, con **jornadas interminables y un trato discriminatorio**, hacen que las mujeres busquen oportunidades en otros sectores menos hostiles. Esta puede ser una de las razones por las que la presencia femenina en carreras como la de **informática** haya disminuido en España y en resto del mundo en la última década.

Gigantes como Facebook y Google reciben cada año críticas por sus políticas de género. De

hecho, esta última firma reconoció en su último informe interino sobre diversidad que el 70 % de sus empleados son hombres. El estudio *Tech Leavers* analiza las razones por las que muchas mujeres abandonan este sector al que critica, entre otras cosas, por un trato sexista y vejatorio.

Pese a todo, hay ingenieras y expertas en ciencias computacionales de la **generación millennial** que han desarrollado tecnologías rompedoras.

LUZ RELLO, LA LINGÜISTA CONTRA LA DISLEXIA Esta lingüista y doctora en

ciencias de la computación trabaja como investigadora de la Universidad de Carnegie Mellon, en Pittsburgh (Pensilvania). En 2015 fundó la empresa social **Change Dyslexia**, con sede en Barcelona. «Mi objetivo –comenta– es desarrollar herramientas para ayudar a la detección y al tratamiento de la dislexia, en colaboración con logopedas, psicólogos pediátricos, psicopedagogos y profesores».

El afán de Luz Rello (Sigüenza, Guadalajara, 1984) por mejorar la vida de las personas con dislexia tiene un origen personal, ya que a



Luz Rello, consejera delegada de Change Dyslexia (en el centro), junto a dos mujeres de su equipo: la psicóloga Camila de Ros (izquierda) y María Herrera, responsable de operaciones de la firma. IMAGEN Job Tomás

«Es más fácil pedir dinero a fondos de capital riesgo si eres hombre, creo que ellos no necesitan justificar tanto», dice Rello

ella le detectaron este problema cuando era niña.

A esta emprendedora no le echan para atrás los retos. «Decidí estudiar lingüística para desafiar mis problemas con el lenguaje e investigar en dislexia porque puedo aportar mi propia experiencia», señala.

«La investigación que hacemos en la universidad –explica– la integramos luego en las aplicaciones que licenciamos a Change Dyslexia». La consejera delegada indica que hasta ahora ha desarrollado dos aplicaciones. La primera se llama **DyTECTIVE**, un test gratuito basado en inteligencia artificial que tarda 15 minutos en analizar más de 200 variables y notifica si hay riesgo de tener dislexia con un 90 % de precisión.

Al finalizar el test, el usuario recibe un informe detallado con

los resultados, «que no equivale a un diagnóstico», matiza Rello. «Desde Change Dyslexia siempre decimos que se trata de un mero indicador de riesgo; luego hay que acudir a un profesional para realizar un diagnóstico final».

La otra aplicación, **DyTECTIVEU**, es una herramienta que ayuda a superar la dislexia. «Se trata de un videojuego con ejercicios que se van adaptando en función de las debilidades y las fortalezas del usuario para que mejore la **lectura, escritura y comprensión** de textos de la manera más personalizada y rigurosa posible», explica.

La herramienta elige cuáles de los más de 35.000 ejercicios, científicamente validados, son los más adecuados en función de las habilidades que necesitan ser reforzadas. Según la responsable, «jugando 15 minutos diarios se

puede ver la evolución de la lectoescritura en los informes que genera la herramienta y ayudar a sacar ese diamante en bruto que cada niño y niña con dislexia tiene dentro».

El equipo de Rello está constituido por diez personas. Además, trabaja con voluntarios para validar las diferentes aplicaciones. Sus planes son lograr que su firma sea sostenible. Hasta el momento, ha conseguido financiarse gracias a premios como el Princesa de Girona en la categoría social, el de Innovadores menores de 35 de MIT Technology Review, y el European Young Researcher Award. También con dinero de su bolsillo. Ahora espera lograr la rentabilidad con las ventas de DyetectiveU.

Está desarrollando un detector universal de dislexia basado en **inteligencia artificial** que no utilizará elementos lingüísticos, sino visuales. «Es un proyecto muy ambicioso, pero en investigación, si no sueñas te quedas atrás».

El principal problema para emprender lo ha encontrado al buscar financiación. «Es más fácil pedir dinero a fondos de capital riesgo si eres hombre, creo que ellos no necesitan justificar tanto», concluye.

ALICIA ASÍN CONTROLA VOLCANES Y PLANTACIONES En 2007, la ingeniera informática Alicia Asín (Zaragoza, 1982) fundó **Libelium** junto con su socio David Gascón. El producto estrella de empresa, que nació como una *spin-off* de la

«Empezamos con 3.000 euros y tres personas, y cerramos 2017 con ventas de seis millones de euros, 60 personas y una inversión en I+D de 1,7 millones», dice Asín

Alicia Asín, cofundadora y consejera delegada de Libelium, tras recoger el premio Jaime I. **IMAGEN** Diario de Levante





Universidad de Zaragoza, es su plataforma de *hardware Wasp-mote*, capaz de monitorizar de manera inalámbrica cualquier parámetro ambiental y enviar la información a internet.

«Esta tecnología –explica– incorpora 120 sensores que pueden utilizarse para la **detección de incendios**, el control de la calidad del aire y el agua o la creación de sistemas de aparcamiento que informan al conductor de la disponibilidad de plazas».

Entre los proyectos más destacados se encuentra el control predictivo de erupciones en el volcán Masaya de Nicaragua, con el objetivo de establecer sistemas de alerta para la evacuación de la población.

En Indonesia, Libelium ha llevado a cabo un plan de mejora de

los **cultivos de cacao** a través de la medición de la temperatura, la humedad y la radiación solar, que permite prevenir infecciones y atajar la deforestación. Además, la plataforma se utilizó tras el accidente nuclear de **Fukushima** para medir la contaminación radioactiva, y ha viajado al espacio en el satélite ArduSat.

Cuando Asín y Gascón crearon la empresa tenían 24 años. «Empezamos con 3.000 euros y tres personas y hemos cerrado 2017 con una facturación de seis millones de euros, 60 personas en plantilla y una inversión en I+D de 1,7 millones de euros. El 90 % de nuestras ventas procede de **exportaciones** en más de 120 países», remarca la consejera delegada.

En 2017, ella recibió el premio Jaime I en la categoría Empre-

Rosa Monge, directora de I+D y cofundadora de Beonchip.

IMAGEN Cortesía de la empresa

«Nuestros chips pueden utilizarse para ensayar fármacos sin necesidad de usar animales», explica Monge

«Mi objetivo es lograr que mi compañía esté entre las mejores firmas de *software* del mundo», afirma Medina.

dedor. Así cree que es necesario para el mercado hacer más visibles a las mujeres que trabajan en tecnología. «Nos llegan muy pocos currículos de informáticas», comenta.

Sin embargo, el comité de dirección de Libelium está compuesto por tres mujeres y tres hombres. «Ha sido casualidad porque nos fijamos en la valía, no en el género. Pero cuando se aplican políticas que reflejan que crees en la igualdad de oportunidades, que favoreces la **conciliación** y pones el **talento** por encima de cualquier otra cosa, lo normal es tender hacia esa igualdad».

ROSA MONGE, LA VIDA EN UN CHIP DE PLÁSTICO La innovación desarrollada por Rosa Monge (Zaragoza, 1984) está contenida en un chip de plástico en el que se recrea un ambiente biomimético, el más parecido al que tienen las células cuando están dentro de un ser vivo, pero en el laboratorio.

Elegida entre las *10 top talents* de España a menores de 35 años por MIT Technology Review, esta ingeniera industrial es directora de I+D y cofundadora de **Beonchip**, una *spin off* de la Universidad de Zaragoza, donde se fraguó la idea. La empresa empezó a funcionar en febrero de 2016.

Según la directiva, sus dispositivos microfluídicos para cultivos celulares «son como una especie de placa de Petri, pero más avanzados. Por su diseño, permiten reproducir el entorno en el que viven las células dentro del cuerpo y pueden utilizarse para experimentación y ensayos de fármacos sin necesidad de usar animales».

El diseño interior «permite colocar las células de la misma forma en la que estarían en un

ser vivo: estructuras de células en 2D, en 3D, comunicaciones intercelulares, etc. Todo eso lo pierdes en una placa Petri», agrega.

Los órganos que la firma va recreando dependen de los requerimientos del científico o la firma farmacéutica que haga el encargo. Las estructuras en dos o tres dimensiones se van repitiendo en distintas partes del cuerpo, como el riñón o los vasos sanguíneos. Además –destaca– «hemos imitado con éxito las estructuras celulares de un tipo de cáncer cerebral llamado **glioblastoma** y las de la metástasis».

Beonchip está ahora participando en varios proyectos europeos. Uno de ellos busca el desarrollo de una plataforma en la que reproducir el ambiente de las células óseas para ensayar fármacos contra la **osteoporosis**. Otra iniciativa destacada es el desarrollo de un corazón en un chip.

Entre los planes de esta emprendedora está dar el salto a los mercados de Europa y EE UU. Todo ello, pese a que la firma cuenta con una plantilla de tan solo cinco personas –cuatro ingenieras– y un director de la gestión financiera y la organización.

MONTSE MEDINA SABE LO QUE QUIERES COMPRAR En 2011, esta ingeniera aeronáutica aparcó sus estudios de doctorado en matemáticas computacionales en la Universidad de Stanford y creó **Jetlore**, una empresa de *marketing* digital que utiliza algoritmos y análisis de datos para realizar contenidos personalizados a clientes como eBay, PayPal, Uniqlo e Inditex. La firma, con sede en San Mateo (California), es una de las *start-ups* de más rápido crecimiento en Silicon Valley.



Montse Medina, cofundadora y directora de operaciones de Jetlore. IMAGEN Cortesía de la empresa

Según explica Montse Medina (Valencia, 1984), «mediante el uso de inteligencia artificial, el *software* de Jetlore asocia el comportamiento de los consumidores con los atributos de un catálogo de productos en tiempo real, que incluyen elementos como el tamaño, el color, el ajuste y las preferencias de estilo, las marcas o los materiales favoritos».

Después, «la plataforma genera contenido personalizado en correos electrónicos, sitios web y otros canales, y muestra solo los productos que son más relevantes para cada usuario», subraya. Esta

información estructurada ha permitido a las marcas incrementar sus ventas entre un 30 % y un 80 %.

Jetlore, que cuenta con una plantilla de 40 personas, ha recaudado unos 9 millones de euros de **capital riesgo**. «Vamos a usar esta financiación para crecer más rápido», dice la responsable. La emprendedora reconoce que los inversores suelen preferir tratar con hombres. «Pero no dejo que estas cosas me distraigan, yo sigo a lo mío, que es lograr que mi compañía esté entre las mejores firmas de *software* del mundo», concluye.

LAS VACUNAS CONTRA ESTA ENFERMEDAD HAN SALVADO 20 MILLONES DE VIDAS

Por qué no debemos perder el miedo al sarampión

VERÓNICA FUENTES | 07 MARZO 2018

Las infecciones por sarampión han repuntado. Después de alcanzar mínimos históricos en Europa a lo largo de 2016, el año pasado se cuadruplicaron los casos con más de 20.000 personas afectadas y 35 muertes. La pérdida del respeto a la enfermedad ha propagado teorías nada científicas que cuestionan la importancia de la vacunación. Pero el virus no descansa.



El sarampión es una enfermedad grave causada por un virus, pero prevenible con **vacunas**. Sin embargo, a finales del pasado febrero, la Organización Mundial de Salud (OMS) hizo pública su preocupación por el aumento de casos en Europa.

Tras un mínimo histórico de 5.273 casos en 2016, estos han llegado a cuadruplicarse en 2017 con más de 20.000 personas afectadas y 35 muertes. Es más, 15 países europeos, incluido Reino Unido, tuvieron grandes brotes; Rumania, Italia y Ucrania

fueron los territorios con mayor incidencia.

No obstante, se trata de un problema de salud no solo para Europa, sino para el resto del mundo. Países de otros continentes también notificaron brotes de sarampión entre 2016 y 2017.

En España, en los últimos años ha habido entre 100 y 300 casos como mayor repunte salvo en 2011, cuando se produjo el último brote importante con 3.518 casos (unos 30.000 en Europa). Aunque no es un número desdeñable, dentro del escenario europeo el país se mueve

Antes de que se generalizara el uso de la vacuna, el sarampión causaba cerca de 2,6 millones de muertes al año. **IMAGEN** Fotolia

Cuando aparece una persona afectada, que se produzca un brote dependerá directamente de la tasa de vacunación de la población cercana

«No vacunar a un niño de sarampión mientras esta enfermedad exista es un engaño; antes o después se acabará encontrando con el virus»

en un rango de casos relativamente bajo. En 2017 hubo 160.

«Esto es debido a que en nuestro país existen altas tasas de cobertura de vacunación con la triple vírica (sarampión, rubéola y paperas): 96,7 % con la primera dosis (entre los 12-15 meses de vida) y 94,7 % con la segunda dosis (entre los 2-4 años de vida)», explica Roi Piñeiro, coordinador de la consulta de asesoramiento en vacunas del Hospital General de Villalba.

Esta patología cursa con brotes epidémicos con una tasa de contagio en personas no vacunadas cercana al 100 %. Si tenemos contacto cercano con un caso y no estamos vacunados, es casi imposible no contagiarnos. Es decir, las opciones son vacunarse o infectarse a través del virus.

Cuando aparece una persona afectada, que se produzca o no un brote significativo dependerá de la **tasa de vacunación** de la población cercana y de las medidas preventivas llevadas a cabo. Es necesario aislamiento aéreo y de contacto, pues se transmite a través del contacto directo con las secreciones respiratorias de personas infectadas y por el aire.

UN PASO ATRÁS EN LA ERRADICACIÓN

El sarampión es una enfermedad candidata a la eliminación ya que su reservorio es exclusivamente humano, se dispone de una vacuna eficaz y barata que aporta inmunidad duradera, el virus apenas sobrevive en el ambiente y existen técnicas diagnósticas suficientes para detectar la infección.

Según los datos de la OMS, en 1980 –antes de que se generalizara el uso de la vacuna– causaba cerca de 2,6 millones de muertes

al año. De 1990 a 2008 se avanzó mucho en su erradicación; sin embargo, a partir de entonces se han declarado brotes en todo el mundo.

Mientras a principios del siglo XXI había casi un millón de muertos, en 2016 el número ha caído por debajo de 100.000. «En algo más de 15 años se han reducido los fallecimientos un 84 %», indica José María Bayas, expresidente de la Asociación Española de Vacunología (AEV) y actual miembro del departamento médico de GlaxoSmithKline España. «Esto ha supuesto **salvar 20 millones de vidas** gracias a las vacunas».

El experto revela cómo esta mejora puede suponer una pérdida del respeto a la enfermedad y la propagación de teorías nada científicas. «Al perderse el dramatismo asociado, se difunde la idea de que es mejor padecer sarampión que vacunarse porque esto aporta una inmunidad más sólida», afirma.

«Y es cierto, pero primero hay que sobrevivir», recalca Bayas. «Si te mueres ya no consigues esta inmunidad. El sarampión, además de matar, puede tener **secuelas graves**, por lo que el balance de la inmunidad también puede resultar negativo».

El primer signo del sarampión suele ser **fiebre alta**, que dura entre cuatro y siete días. En la fase inicial, el paciente puede presentar **congestión** nasal, tos, ojos llorosos y rojos y pequeñas manchas blancas en la cara interna de las mejillas. Al cabo de varios días aparece una **erupción cutánea** en el rostro y la parte superior del cuello, que se extiende durante unos tres días y acaba por afectar manos y pies.

Las complicaciones más importantes son ceguera, encefalitis,

Las complicaciones más importantes del sarampión son ceguera, encefalitis, diarrea e infecciones del oído y respiratorias graves

diarrea grave, además de infecciones del oído y respiratorias graves, como la neumonía. Son más frecuentes en menores de cinco años y en mayores de treinta.

EL RIESGO DE TENER SARAMPIÓN EN EL SIGLO XXI Es fundamental un diagnóstico precoz para iniciar el aislamiento del enfermo. Sin embargo, los médicos más jóvenes apenas conocen la enfermedad, ya que hoy no es normal verlo en las consultas.

«Los padres que deciden no vacunar a sus hijos obviamente les quieren, pero manejan información equivocada», valora José María Bayas. «Han sido embaucados por personas poco escrupulosas. No vacunar a un niño de sarampión mientras esta enfermedad exista es un engaño; antes o después se acabará encontrando con el virus».

Dentro del colectivo de padres que no vacunan a sus hijos hay quienes incluso organizan **fiestas del sarampión**. Cuando uno de los hijos adquiere la enfermedad, invitan al resto de no vacunados de la comunidad a una especie de celebración de cumpleaños para que pasen todos juntos el proceso vírico.

Se deben reforzar los sistemas de inmunización, pero también luchar contra los **movimientos antivacunas**. «Internet es una herramienta maravillosa, pero también puede hacer muchísimo daño. Muchas personas no son capaces de discriminar entre información seria y rigurosa y la que no lo es», subraya Bayas.

Así, aunque el bulo publicado hace 20 años sobre un posible vínculo entre la vacuna triple vírica y el autismo ha sido extensamente desacreditado, el temor que creó

dañó la confianza de ciertos colectivos. «Es tremendo que personajes como Trump apoyen estas ideas descartadas, ya que suponen nuevos brotes», matiza el experto.

POR QUÉ ES TAN IMPORTANTE VACUNAR A LOS NIÑOS Para aquellos que sostienen que la propia vacuna también puede provocar encefalitis, Piñeiro expone que la prevalencia es inferior a uno por cada millón de niños vacunados. «Y no siempre comprobado, pues la mayoría quedan diagnosticados de encefalitis de causa desconocida, que finalmente se atribuyen a la vacuna por una relación temporal, pero no necesariamente causal».

En España, de momento, las coberturas son buenas, por lo que nadie se plantea la obligatoriedad del calendario vacunal como sí han iniciado Francia o Italia.

«Se deben implementar estrategias antes de que lleguen los brotes y mejorar la comunicación con los padres desde **la empatía, el respeto y el cariño**. Lo fácil es atacar a una familia reticente a las vacunas», apunta Piñeiro. «El reto es que superen sus fobias e innuncien a sus hijos. Ese debe ser el objetivo, y no vamos a conseguirlo obligándoles a vacunar».

Otra opción sería amonestar económicamente, como en Australia. Este país acepta la no vacunación a cambio de retirar beneficios fiscales a los padres. Allí las coberturas vacunales son superiores al 99 %.

El virus del sarampión no descansa. Siempre está buscando su próxima víctima. «La medicina no es una ciencia exacta, pero las matemáticas no fallan y nos están pidiendo a gritos que nos vacunemos todos», concluye Roi Piñeiro.

LO QUE LA FÍSICA TEÓRICA LE DEBE A STEPHEN HAWKING

El legado de un genio encerrado en un cuerpo enfermo

ENRIQUE SACRISTÁN | 15 MARZO 2018

Nunca ganó un Nobel y perdió varias apuestas científicas, pero son indudables las contribuciones al campo de la cosmología de Stephen Hawking. Físicos de primera línea comentan las ideas del popular científico que han ayudado a comprender mejor nuestro universo, desde agujeros negros que emiten radiación y se desvanecen hasta semillas cuánticas creadoras de galaxias o curvaturas espaciotemporales que nos llevan hasta el Big Bang.

Más allá de su conocida figura de científico en silla de ruedas hablando a través de una máquina, Stephen Hawking (1942-2018) fue un físico teórico que desde Cambridge, la misma ciudad universitaria donde murió el 14 de marzo, nunca dejó de investigar la naturaleza del cosmos, a pesar de sus limitaciones. En 1963 le diagnosticaron **ELA** y los médicos le sentenciaron a una

muerte temprana, pero, contra todo pronóstico, continuó más de medio siglo trabajando en el campo de la **cosmología**.

«Cuando era tan solo un estudiante de doctorado, Hawking ya fue capaz de llevar la teoría de la relatividad de Einstein hasta sus límites y mostrar que fallaba al describir aspectos como el comienzo del universo o el final de una estrella que acaba formando

un agujero negro», señala el profesor **Roberto Emparan** de la Universidad de Barcelona (UB).

CON ÉL LOS AGUJEROS NEGROS SE VOLVIERON GRISES Los agujeros negros han sido uno de los objetivos centrales de las investigaciones de Hawking. Su primer gran avance lo presentó en 1970 junto a **Roger Penrose**, cuando aplicaron las matemáticas a estos oscuros objetos



La mente de Stephen Hawking nunca dejó de indagar en la naturaleza de nuestro universo. **IMAGEN** Rogelio A. Galaviz C.

«Probó que los agujeros negros no son del todo negros porque emiten radiación cuántica y se acaban desvaneciendo», explica John Ellis

y demostraron que una singularidad, una región de curvatura infinita en el espacio-tiempo, también subyace en el comienzo de todo: el Big Bang.

«Lo primero que hizo famoso a Hawking fue esa prueba de que la **expansión del universo** implicaba que las leyes conocidas de la física se ‘rompían’ en el pasado durante ese evento que llamamos Big Bang», explica **John Ellis**, investigador del Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) y profesor del King’s College de Londres.

Ellis, quien considera a Hawking uno de los mejores físicos teóricos de los últimos 50 años, destaca su aportación más famosa: «Probó que los agujeros negros no son completamente negros, es decir, que emiten **radiación cuántica**, lo que implica que al final se acaban desvaneciendo».

La astrofísica **Pilar Ruiz La-puente**, del Instituto de Ciencias del Cosmos (UB), lo resume en una frase: «El tratamiento cuántico de los agujeros negros los hace solo grises», y lo explica: «Un agujero negro es una región del espacio donde el campo gravitatorio creado por un objeto es tan fuerte que la radiación no puede escapar de ella. Sin embargo, teniendo en cuenta los procesos cuánticos que ocurren en su límite exterior (llamado horizonte de sucesos), hay partículas que se pueden emitir desde ahí. Estas constituyen la llamada radiación de Hawking», que ahora se trata de registrar en los laboratorios.

Otra investigadora, **Alicia Sin-tes**, profesora en la Universidad de las Islas Baleares y líder del grupo español de la colaboración internacional LIGO que ha des-

Durante décadas, Hawking defendió que la información se podía perder en un agujero negro, pero al final perdió la apuesta

cubierto las ondas gravitacionales, subraya «el coraje y la persistencia de Hawking», pero señala que con estas ondas «podremos llegar a extraer información acerca del Big Bang y cómo ha sido la expansión del universo, pero nada que permita medir la radiación de los agujeros negros».

Fue en 1974 cuando Hawking publicó el estudio en el que recurría a la teoría cuántica para afirmar que los agujeros negros podían emitir radiación en forma de calor y desvanecerse. Los agujeros negros de tamaño normal tardan en desaparecer tiempos tan largos como la edad del universo. Sin embargo, los más diminutos podrían hacerlo antes liberando calor a un ritmo espectacular, con una energía de un millón de bombas de hidrógeno.

CRISIS DE PRINCIPIOS EN LA FÍSICA La propuesta de que los agujeros negros irradian calor provocó uno de los debates más apasionados en la cosmología moderna. Hawking argumentó que si un agujero negro se evaporara, toda la información que hubiera caído antes dentro de él se perdería para siempre. Esto contradecía una de las leyes más básicas de la mecánica cuántica y muchos físicos no estuvieron de acuerdo.

Como subraya **José Luis Fernández Barbón**, investigador del Instituto de Física Teórica (UAM-CSIC), «el proceso por el que los agujeros negros se desintegran lentamente emitiendo partículas cuánticas, lejos de representar un detalle anecdótico, desencadena una crisis de principios en los fundamentos de la física, un conflicto entre los dos pilares maestros que representan la teoría de la relatividad y la teoría cuántica».

«Si los agujeros negros destruyen o no la información atrapada en su interior es una cuestión que ha dominado gran parte de la especulación en física fundamental en los últimos cuarenta años –añade–. Hoy, cientos de físicos teóricos siguen trabajando en la resolución de este dilema, que ha transformado nuestra forma de interpretar las propiedades cuánticas de la fuerza de la gravitación».

Emparan coincide: «Hawking exploró cómo superar los límites de la teoría de Einstein incorporando los efectos de la cuántica, es decir, cómo combinar la física de lo muy grande (la gravedad) con la de lo muy pequeño (la cuántica). Pero lo que halló al combinarlas en presencia de un agujero negro fue una paradoja, una contradicción fundamental entre ambas teorías que nos sigue manteniendo perplejos».

TRES APUESTAS PERDIDAS Hawking y su colega **Kip Thorne** se llegaron a apostar con el físico **John Preskill** una enciclopedia –que acabó siendo sobre béisbol– a que la información se perdía en los agujeros negros. Al final Hawking aceptó en 2004 que estaba equivocado, asumiendo que en los bordes de los agujeros negros se pueden producir **fluctuaciones cuánticas** (pequeñas variaciones en la distribución de la materia) y así escapar la información, es decir, que no se perdía. Su veterano amigo Roger Penrose nunca estuvo de acuerdo con este cambio de opinión.

No era la primera vez que Hawking perdía una apuesta. En 1990 tuvo que pagar a Thorne una suscripción a la revista *Penthouse* por pronosticar erróneamente

que la fuente de rayos X cósmica Cygnus X-1 no era un agujero negro. Más recientemente, en 2012, también perdió 100 dólares con el profesor **Gordon Kane** por apostar a que el bosón de Higgs no sería descubierto.

SEMILLAS CREADORAS DE GALAXIAS A pesar de ser un pésimo jugador de apuestas, Hawking continuó ofreciendo aportaciones relevantes a la cosmología. En 1982 fue uno de los primeros en predecir que durante los primeros instantes del universo, cuando este comenzaba a expandirse por la **inflación cósmica**, las fluctuaciones cuánticas pudieron actuar como semillas para crear las galaxias y, en última instancia, las estrellas, los planetas, la vida y todo lo que conocemos hoy.

De forma independiente, el físico ruso **Viatcheslav Mukhanov** llegó a esta misma conclusión y a los dos les concedieron un Premio Fronteras del Conocimiento en 2016 por estos trabajos, que se han podido confirmar experimentalmente.

En 2013, el satélite Planck de la Agencia Espacial Europea detectó ligerísimas variaciones de temperatura en la radiación cósmica de fondo de microondas, lo que se puede relacionar con la presencia de las fluctuaciones cuánticas y de la materia desde el comienzo del universo.

GIGANTE DE LA DIVULGACIÓN «Gran parte de lo que sabemos sobre cosmología llevan grabadas las contribuciones de Hawking», apunta Fernández Barbón, quien también destaca su **faceta divulgativa** y la lucha que mantuvo la mayor parte de su vida contra su enfermedad: «Se ha convertido en una figura

tan reconocible a nivel popular que será recordado como uno de los campeones históricos de la especie humana».

El Premio Príncipe de Asturias que recibió Hawking en 1989 en España también reconoció su papel a la hora de dar a conocer al gran público las aportaciones científicas sobre el origen y el destino del universo.

«Un ejemplo es su *best seller* *Una breve historia del tiempo*», recuerda Ellis, a quien le resulta sorprendente lo que fue capaz de lograr a pesar de sus problemas de salud: «El mundo ha perdido un gigante científico y una inspiración para todos».

UNA NUEVA ERA DE EXPANSIÓN HUMANA

«Hawking es el adalid de un mundo en el que las posibilidades no tienen frontera si seguimos trabajando unidos», apunta la profesora Ruiz Lapuente, quien también destaca algunos de los proyectos revolucionarios en los que se embarcó este visionario: «Uno es la iniciativa Breakthrough Starshot de exploración de **planetas extrasolares**, con microsondas espaciales que viajarán a velocidades mucho mayores que las de las naves que conocemos, a un 20 % de la velocidad de la luz. Esto supondrá el inicio de una nueva era de **expansión de la humanidad** en el universo».

«Stephen Hawking no ha sido solamente uno de los científicos más brillantes de los últimos cincuenta años: es una de las personas más extraordinarias en la historia de la humanidad, alguien que ha mostrado que nuestro destino, por trágico que nos parezca, no está escrito», concluye Emparan.

«Será recordado como uno de los campeones históricos de la especie», dice Fernández Barbón

ANGELA SAINI, PERIODISTA CIENTÍFICA

«Si quieres discutir de política siempre habrá un estudio científico que apoye tus ideas»

SERGIO FERRER | 24 MARZO 2018

En su libro *Inferior* la periodista científica británica Angela Saini desmonta los prejuicios biológicos sobre las mujeres y examina cómo la ciencia las ha infravalorado desde que Darwin afirmara que eran inferiores intelectualmente. De forma amena y rigurosa blande centenares de estudios para mostrar que los tópicos sexuales, físicos y mentales son injustos.

Desde joven, Angela Saini (Londres, 1980) se sintió sola. En el colegio era la única chica en sus clases de química y matemáticas. Lo mismo le sucedió en la universidad, cuando decidió estudiar ingeniería. No lograba entender por qué.

Hoy es periodista científica, presenta programas de divulgación científica en la BBC y su obra

ha recibido numerosos premios de prestigio.

En su libro *Inferior* (Círculo de Tiza, 2018) recorre algunos de los lugares comunes sobre las diferencias entre los dos sexos, como el de la debilidad física de la mujer con respecto al hombre, el de la diferencia de cerebros o el tópico de que los hombres son sexualmente más activos.

Desde el cambio de milenio, las revistas científicas han publicado 30.000 artículos sobre diferencias de género, siempre avalando el «mito de que existen». ¿No existen?

El 85 % de las diferencias son entre individuos, no entre clases. Las investigaciones muestran que los cerebros difieren de manera individual y que las diferencias



psicológicas son pequeñas. Somos diferentes en cuanto a capacidades y habilidades, sí, pero como individuos.

Lenguaje, razonamiento, cooperación, socialización... Estos estudios sobre diferencias te parecen «cuestionables». ¿Por qué esta obsesión por buscarlas?

Los estereotipos sobre hombres y mujeres están arraigados. Sin embargo, no son universales. En nuestro contexto occidental hay algunos muy fuertes que introducimos en los niños y niñas desde una edad temprana. Los nombres que les ponemos, la forma en la que interaccionamos con ellos, los juguetes, la ropa... Imprimimos

un género en sus mentes y eso tiene un impacto en el desarrollo de sus cerebros y en la forma en la que ven el mundo.

Hemos llegado pronto al eterno debate entre cultura y biología. ¿Son las diferencias innatas o aprendidas?

Somos prisioneros de nuestra cultura porque no podemos vivir fuera de ella. Las cosas pueden parecer innatas y biológicas cuando en realidad están tejidas en nuestra forma de vida. Los estudios estrictos que evalúan las diferencias psicológicas y cognitivas entre hombres y mujeres, con muestras muy amplias de todo el mundo y en diferentes momentos,

La periodista científica Angela Saini.
IMAGEN Rainer Niermann

«Hay estereotipos muy fuertes que introducimos en los niños y niñas desde una edad temprana y que tienen un impacto en el desarrollo de sus cerebros»

«Las cosas no siempre fueron así, el patriarcado es un invento. Cuando éramos cazadores y recolectores la vida era mucho más igualitaria»

muestran que las diferencias no son muy grandes.

Entonces, ¿por qué parecen a veces tan grandes?

No podemos infravalorar la importancia de la socialización sobre el comportamiento. Las cosas no han sido siempre iguales en diferentes momentos o lugares, y algunas culturas tienen distintas reglas sobre el comportamiento sexual. Por ejemplo, entre los Mosuo de China las mujeres son dominantes y los roles de género están invertidos. Si las diferencias en el comportamiento fueran biológicas, sería imposible la gran variedad de costumbres existentes en las sociedades humanas, que además han cambiado con el tiempo.

De acuerdo, los Mosuo existen, pero la mayoría de la gente no vive como ellos. ¿Por qué?

La idea de que los patrones de comportamiento son universales y eternos no es cierta. Culturas como la occidental tienen muchas cosas en común entre sí en todo el mundo porque el patriarcado se extendió en un momento dado y se volvió el modo dominante de vida gracias a que funcionaba para algunas personas. Es peligroso hacer grandes generalizaciones basadas en observaciones sobre cómo vivimos ahora. Las cosas no siempre fueron así, el patriarcado es un invento.

¿Cómo se inventó el patriarcado?

Se cree que emergió con la agricultura, cuando la posesión de riqueza se volvió algo importante. En *La creación del patriarcado*, la historiadora Gerda Lerner habla de los primeros patriarcados mesopotámicos y sirios. Las mujeres

eran controladas por los hombres, sobre todo en su comportamiento sexual, porque ellos querían estar seguros de que no criaban a la descendencia de otros. Antes, cuando éramos cazadores y recolectores, no vivíamos así. La vida era mucho más igualitaria, como sucede en las tribus modernas de cazadores-recolectores. Averiguar cuándo y cómo cambió es un problema complejo, pero no creo que las respuestas se apoyen en la biología. Son culturales, es una cuestión de poder.

Entonces, ¿debemos revisar lo que aprendimos sobre la prehistoria?

Mucha gente imagina que hace más de 10.000 años vivíamos como ahora, pero con menos medios: la familia nuclear donde la mujer se queda en casa y cuida a los niños y el hombre sale a cazar y trae comida. Así no es como viven los cazadores-recolectores. Viven en comunidades unidas, todo el mundo se ayuda, todo el mundo hace todo y las mujeres también cazan. No debería sorprendernos.

Pero nos sorprende.

Porque creemos que la igualdad es una invención reciente de las sociedades liberales. Por supuesto que no lo es. Lo que hacemos ahora es compensar algunas de las injusticias del pasado, pero estas no estaban ahí desde el principio de los tiempos, empezaron en algún punto. Los Mosuo forman comunidades matriarcales en las que las mujeres mandan y su vida es simple y nómada. Nunca han conocido los tipos de injusticia que yo he conocido y tienen libertades que yo nunca he tenido en una sociedad tecnológicamente avanzada. No digo que tengamos

«La ciencia está sujeta al sesgo y los prejuicios de la gente que la hace, pero los científicos no lo quieren oír»

que volver atrás y vivir así, sino que no hay nada en nuestra biología que impida la igualdad.

Viviendo en una sociedad tecnológicamente avanzada, ¿todo eso de controlar hembras para asegurar la paternidad no es ya innecesario? La guarda de la pareja [*mate guarding*] ya no es un problema gracias a los anticonceptivos y a los test de paternidad, pero hemos construido culturas y religiones alrededor de ella, y hemos instaurado la idea de que las mujeres y los hombres son y deben comportarse de ciertas maneras. Sus consecuencias perduran.

Es difícil de solucionar cuando muchos científicos, hombres y mujeres, muestran prejuicios ante los estudios de género. ¿Por qué esta falta de objetividad?

Odio decirlo, pero quienes hacen ciencia a veces desprecian a las humanidades y no las toman en serio. La ciencia está sujeta al sesgo y los prejuicios de la gente que la hace, pero los científicos no lo quieren oír. Yo soy una periodista con bagaje científico y mi libro despierta interés porque sé que respuestas buscan los investigadores. Creo que así se puede llegar a los científicos, hablando su idioma.

Es difícil sacar algo en claro cuando puedes encontrar un estudio que diga lo que quieras oír. ¿Cómo evitar caer en la trampa del *cherry picking*?

Si quieres discutir de política siempre puedes encontrar un estudio que apoyará lo que dices. Y, si no tienes uno, lo puedes fabricar. Luego están los sesgos que pueden llegar a revistas reputadas. Cuando leemos estudios en la prensa

debemos pensar con cuidado en lo que estamos leyendo: quién hace la investigación, sus intereses, quién la financia, cuáles son sus hipótesis... La ciencia es el mejor medio que tenemos para entender el mundo, pero nosotros somos imperfectos.

¿Se recurre cada vez más a débiles evidencias científicas para defender ideologías? Me estoy acordando de Jordan Peterson y sus langostas.

Da mucho miedo, me preocupa que tengan tanta influencia, con millones de personas que se toman en serio lo que dicen. La falsa apariencia de respetabilidad científica viene del hecho de que usan estudios que coinciden con sus opiniones y hace que todo parezca respetable. Históricamente se ha abusado de la ciencia para hablar de sexismo y racismo. Trump, la 'alt-right', la extrema derecha en Europa y el nacionalismo utilizarán cada herramienta que tengan para probar sus argumentos.

En el último capítulo dices que «la historia de la menopausia es la historia de cómo la ciencia ha fallado a las mujeres» y hablas de la importancia de las abuelas en la historia de la humanidad. ¿Es hora de reivindicar su papel?

Solo tenemos que mirar a nuestras propias familias para ver que el papel de las abuelas es inmenso. Yo vengo de un mundo en el que, cuanto más envejeces, menos valor tienes como mujer. Ya no pienso así, miro a las mujeres de mi familia y veo que son poderosas, fuertes, independientes, sabias... maravillosas. Si eso es lo que me espera, no tengo ningún problema con ello.

INVESTIGADORES QUE PERDIERON LA CABEZA EN BUSCA DE PRESTIGIO

Grandes tramposos de la ciencia

ADELINE MARCOS | 28 ABRIL 2018

Suicidios, humillaciones, fraudes, sabotajes y chantajes. Los investigadores han recurrido a todo tipo de mañas y mentiras para obtener el reconocimiento de sus colegas. La presión ha llevado a biólogos, paleontólogos y físicos a anteponer las malas prácticas por el supuesto bien del conocimiento.

En los años 20, un grupo de **sapos parteros** –una especie que vive y se reproduce en tierra– fue obligado a vivir en el agua. Según el autor del experimento, las crías se acostumbraron al medio acuático, donde se aparearon. El resultado fue una tercera generación de estos anfibios que ya estaban empezando a desarrollar unas almohadillas negras en sus patas delanteras, un rasgo típico de especies acuáticas.

Hasta aquí todo podría parecer un exitoso capítulo de la historia de la ciencia, si no fuera porque el artífice de los experimentos, el biólogo austriaco **Paul Kammerer**, fue acusado de falsear los resultados inyectando tinta negra a los sapos para simular las almo-

hadillas. Incapaz de defender sus resultados, Kammerer se suicidó en septiembre de 1926.

«Nunca pudo haber hecho los experimentos que afirmó haber hecho», manifiesta Jacques van Alphen, profesor emérito de la Universidad de Ámsterdam y autor de varios estudios que refutan el renovado interés por la labor científica de Kammerer.

Tras caer en descrédito, los hallazgos del biólogo, nacido en 1880 e hijo de un fabricante de instrumentos científicos, volvieron a ver la luz con un libro del periodista Arthur Koestler de 1971 en el que se sugería no solo que Kammerer fue víctima de una conspiración antisemita, sino que en realidad fue un

científico adelantado a su tiempo. De hecho, el investigador de la Universidad de Chile Alexander Vargas le considera ahora el padre de **epigenética**, la ciencia que estudia cómo los cambios en el ambiente imprimen alteraciones en los individuos.

«La evidencia del papel de la epigenética en la evolución es escasa o inexistente. Si Vargas tuviera razón, Kammerer también habría sido la primera persona en proporcionar esa evidencia», dicen Alphen y Jan W. Arntzen, del Naturalis Biodiversity Center, en un estudio publicado recientemente en la revista *Contributions to Zoology*.

LOS RESULTADOS ANTES QUE LAS EVIDENCIAS Kammerer, licenciado



A la izquierda, Kammerer. A la derecha, arriba, los dedos de un sapo partero de agua. A la derecha, abajo, un esquema del animal tomado de una publicación de Kammerer. IMAGEN Universidad de Chile

«Kammerer nunca pudo haber hecho los experimentos que afirmó haber hecho», manifiesta Jacques van Alphen

en biología en la Universidad de Viena, centró sus trabajos en alterar la reproducción y el desarrollo de lagartos, anfibios y otros animales. Fue contratado en su universidad siendo aún un estudiante. Eso pudo hacer que el joven se sintiera presionado para producir buena ciencia porque tanto sus directores como sus colegas de la Estación de Investigación Biológica era científicos famosos.

Hace un siglo, Kammerer, que abogaba por el lamarckismo (teoría sobre la evolución adaptada al entorno defendida por Jean-Baptiste Lamarck), publicó sus primeros trabajos. Según él, en

dos especies –la salamandra y el sapo partero–, los cambios parecían transmitirse de generación en generación.

Hasta 1923 Kammerer trabajó en la institución austriaca y los últimos tres años se dedicó a dar charlas por Europa y EE UU. En 1925 le ofrecieron una plaza en la Universidad Estatal de Moscú, donde se le encomendó la tarea de construir un laboratorio para el departamento de biología. Pero nunca llegó a cumplir esa misión. Sus hallazgos empezaron a ser muy criticados. «Los resultados de sus experimentos invariablemente parecían mostrar que los

animales que él estudiaba eran de plástico en su comportamiento reproductivo, color o morfología cuando eran desafiados con ambientes distintos al natural», señala Alphen en su último trabajo.

El investigador revisó los estudios de Kammerer sobre las salamandras comunes y las ciegas, y concluyó que había cometido fraude también en estas investigaciones. En respuesta a Vargas, Alphen discutió todos los experimentos de Kammerer para evaluar si la epigenética podría explicar los resultados. No sería el único. Otros como Hannes Svardal, de la Universidad de Viena, o Sander Gliboff, de la Universidad de Indiana (EE UU), también cuestionaron a Vargas y a Kammerer.

En 1926, tras inspeccionar al microscopio el último sapo partero macho con almohadillas, el

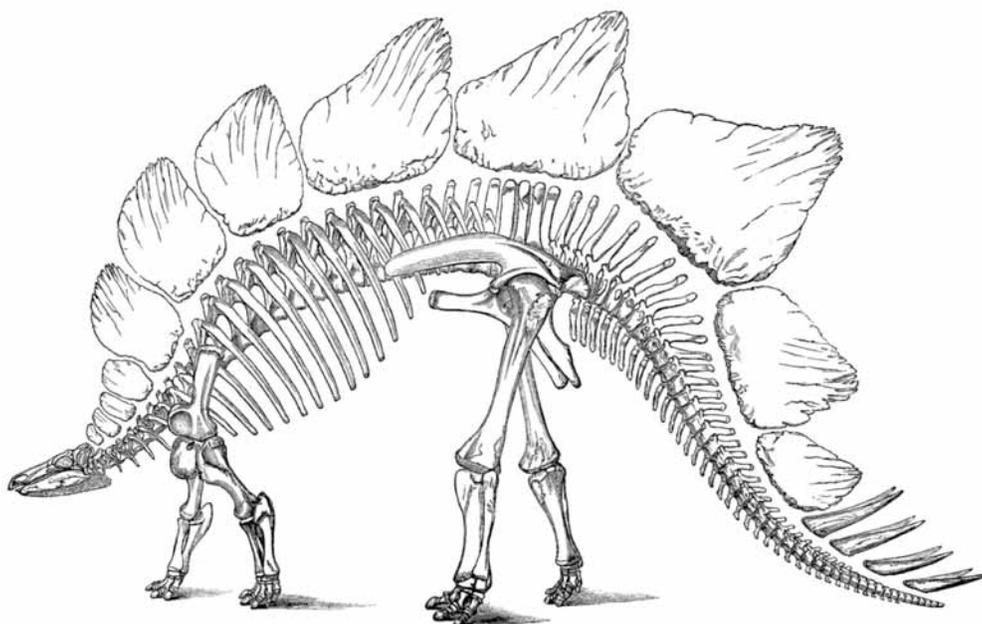
herpetólogo estadounidense Gladwyn Kingsley Noble demostró en *Nature* que las almohadillas del anfibio habían sido manipuladas con tinta negra, un hecho que el propio Kammerer confirmó a pesar de mantener su inocencia. Pero seis semanas después, el biólogo austriaco, sumido en una gran depresión, se pegó un tiro en un bosque cerca de Viena.

«La razón del suicidio solo la conoce el propio Kammerer, pero creo que no le gustó la perspectiva de ir a Moscú y no tenía futuro científico en su propio país o en el resto de Europa», revela Alphen.

ESPIONAJE, ERRORES Y SABOTAJES CIENTÍFICOS La obsesión de Kammerer por publicar a toda costa no es un caso aislado en la historia. La rivalidad entre equipos de investigación, el afán por los hallazgos

El biólogo acabó admitiendo que alguien pudo haber pintado las almohadillas de los sapos con tinta negra... A pesar de mantener su inocencia, se suicidó

Ilustración realizada por Marsh en 1896 de los huesos de un estegosaurio, descrito y nombrado en 1877. **IMAGEN** Othniel Charles Marsh





Versión del *Elamosaurus platyrus* reconstruido por Cope, con la cabeza al final de la cola. **IMAGEN** Edward Cope

La Guerra de los Huesos en el siglo XIX enfrentó a dos paleontólogos en una lucha llena de intrigas, hurtos y boicots

y la obstinación por ser los primeros ha enfrentado a muchos científicos.

Un ejemplo fue la lucha que protagonizaron los paleontólogos estadounidenses **Edward Drinker Cope** y **Othniel Charles Marsh** en la conocida como **Guerra de los Huesos** en el siglo XIX. Calumnias, destrucción de yacimientos, hurtos, mentiras y un sinfín de barrabasadas enredaron la labor científica de los descubridores de especies de dinosaurios tan populares como el diplodocus, el alosauro, el estegosaurio o el triceratops. Su enemistad les empujó a describir entre los dos un total de 142 nuevas especies de animales extintos.

«La rivalidad creció naturalmente a finales de la década de 1860, cuando ambos eran jóvenes científicos que buscaban formas de hacerse un nombre y de obtener financiación. Los dos eran ricos, aunque el dinero de Marsh provenía principalmente de su tío. La familia de Cope era muy adinerada y poseía una línea de buques mercantes», cuenta Jane P. Davidson, profesora de Historia del Arte en la Universidad de Nevada (EE UU).

Sin duda, el incidente que desencadenó el odio fue en 1868 la restauración incorrecta por parte de Cope del fósil del plesiosauro *Elamosaurus platyrus*, una especie de reptil marino de 14 metros de longitud que vivió hace 80 millones de años. Aunque la principal característica de este

animal era un cuello extremadamente largo, Cope, que tenía una idea preconcebida de cómo tenía que ser, situó la cabeza en el extremo equivocado: la cola.

El paleontólogo intentó encubrir su error comprando todas las copias de la revista que había publicado su reconstrucción, pero su equivocación le persiguió el resto de su carrera. Y, de hecho, pudo cometer más deslices, según un estudio. «Marsh se burló de él por eso y desde entonces dejaron de ser amigos», comenta Davidson. Pero Marsh tampoco fue infalible: colocó un cráneo equivocado en un cuerpo de Apatosaurio y lo describió como un nuevo género, el Brontosaurio.

SER EL PRIMERO, CUESTE LO QUE CUESTE
A partir de ese momento, la búsqueda de **fósiles** se convirtió en un asunto personal en el que no faltaron humillaciones y ataques mutuos. Cada uno de los científicos hizo todo lo que pudo para arruinar la credibilidad del otro. «Lo peor que sucedió, aunque no fue totalmente ilegal, fue la destrucción de posibles yacimientos de fósiles por parte de los hombres de Marsh para que los hombres de Cope no pudieran visitarlos», señala Davidson.

El yacimiento al que se hace referencia es el de Como Bluff, que se descubrió con la construcción del Ferrocarril Transcontinental en una zona remota de Wyoming y de cuyo hallazgo fue informado primero Marsh. El investigador

El físico Schön, que fue contratado por los Laboratorios Bell, en EE UU, llegó a producir un estudio cada ocho días de media

envió dinero a los cazadores de huesos para que le encontraran fósiles y se los hicieran llegar lo antes posible. Cuando Cope se enteró, envió ladrones de fósiles al yacimiento para robar muestras.

Entre los dos acumularon tantos fósiles que incluso después de sus muertes se siguieron describiendo dinosaurios. De esos hallazgos surgieron el **alosaurio**, el **diplodocus** y el **estegosaurio**. Pero la recogida de huesos estuvo marcada por chantajes, sabotajes y espionaje.

«Cuando su pelea llegó a los periódicos, dijeron cosas el uno del otro que hoy hubieran sido calumniosas. Sus amigos estaban bastante avergonzados», detalla la experta de la Universidad de Nevada, autora del libro *The Bone Sharp: The Life of Edward Drinker Cope*.

Durante 15 años, ambos paleontólogos, que financiaban sus propias expediciones, realizaron búsquedas frenéticas de especímenes de dinosaurios y otros vertebrados como peces, aves y mamíferos. «Algunas veces había incluso rivalidad por el derecho de nombrar un animal primero», dice la investigadora.

En realidad, a pesar de enviar los nuevos nombres de especies al este del país por telégrafo mientras seguían en el campo, los científicos estaban encontrando y nombrando los mismos animales a la vez. «Lo fundamental para ellos era reivindicar: ‘Soy mejor en ciencia que él, y él es un tonto o algo peor, un plagiarío», subraya Davidson.

Fue Marsh, con 80 nuevas especies, quien terminó ganando la guerra. Pero debido a la enemistad entre los dos, algunos de los errores en la descripción de nuevos dinosaurios que cometie-

ron ambos perduraron durante décadas.

DE LA GLORIA AL OLVIDO Casos como los de Kammerer, Cope o Marsh siguen produciéndose en la actualidad. En 2002 se desveló que uno de los científicos más prometedores del siglo, el físico alemán **Jan Hendrik Schön**, había inventado la mayoría de sus resultados. Con apenas 31 años, parecía el artífice de uno de los mayores descubrimientos en nanotecnología y física de la materia condensada. Gracias a su investigación se crearía un mundo diferente hacia la electrónica orgánica.

«Lo más asombroso de Hendrik era que cada cosa que tocaba parecía funcionar», decía Paul McEuen, de la Cornell University, en un documental que emitió la cadena británica BBC. Esto se tradujo en un prolífico número de publicaciones. El físico, que fue contratado antes de terminar su doctorado a finales de 1997 por los prestigiosos Laboratorios Bell en EE UU, cuna de once premios Nobel, llegó a producir un estudio cada ocho días de media. Muchos de ellos se publicaron en revistas como *Nature* o *Science*.

Dos de ellos tuvieron un importante impacto entre la comunidad científica, ya que se demostró la creación de transistores a partir de moléculas individuales. Fue aquí donde empezaron las dudas. Cuando Lydia Sohn, ahora investigadora de Ingeniería Mecánica en la Universidad de California en Berkeley, los analizó con detenimiento, notó que los resultados de los experimentos eran idénticos y pensó que Hendrik pudo cometer algún error. Al consultarlo con McEuen, los científicos encontraron un tercer experimento en



el que se empleaban los mismos datos. Ya no podía tratarse de una equivocación.

Sohn y McEuen, junto a otros científicos que se unieron a ellos, pronto hallaron más resultados duplicados. Tras una investigación de cuatro meses, se concluyó que el físico alemán usó de manera imprudente datos que había inventado deliberadamente. Además, ninguno de sus colegas había presenciado los experimentos, y la información original para llegar a sus resultados había sido eliminada por Hendrik, según dijo, porque no contaba con suficiente memoria en su ordenador personal.

El niño de oro de la física, cuyo nombre sonaba incluso para el

Premio Nobel, fue despedido después de ser acusado de 16 cargos de mala conducta científica. Dos años más tarde, la Universidad de Constance (Alemania), donde se había doctorado, le retiró el título, a pesar de no haber encontrado indicios de haber manipulado su propia tesis. En octubre de 2002, la revista *Science* retiró ocho artículos escritos por Hendrik. *Nature* lo hizo en marzo de 2003 con otros siete.

Fuera cual fuera la motivación de estos científicos para mentir, falsificar o engañar, no llegaron a alcanzar el prestigio que tanto anhelaban. En su lugar terminaron cayendo en descrédito. La integridad es la que ennoblece el trabajo, también en ciencia.

El paleontólogo Othniel Charles Marsh (en medio, en la fila superior) posando junto a los hombres que excavaban para buscar los fósiles. **IMAGEN** John Ostrom/Peabody Museum

La promiscuidad también es cosa de madres

ADELINE MARCOS | 05 MAYO 2018

Machos promiscuos. Hembras monógamas. Esta es la idea que teníamos hasta hace poco de la reproducción. La ciencia ha terminado desvelando la realidad: las hembras también copulan con varios individuos a lo largo de su vida y no siempre lo hacen para perpetuar la especie. ¿Qué ganan con esta conducta ranas, monas, pájaras o lagartas? Sea lo que sea, la mayoría de los machos permanecen junto a sus compañeras.



Hasta hace poco se pensaba que las hembras eran sexualmente monógamas. Tras más de un siglo de negación por parte de los biólogos, esta 'fidelidad' femenina fue rebatida a partir de 1960. La realidad revolucionó nuestra idea de la **reproducción**: en la mayoría de las especies las hembras copulan con diferentes machos.

«Ambos sexos pueden ser promiscuos, pero mientras los machos se llevaban la fama, no ocurría lo mismo con las hembras», indica **Timothy Birkhead**, profesor de Ecología del Comportamiento en la Universidad de Sheffield (Reino Unido), en su libro *Promiscuidad*.

A lo largo de la evolución, las mujeres han recurrido a diferentes estrategias, entre las que destaca la **multipaternidad**: tener a varios padres pendientes de las necesidades de la descendencia. «Las que podían obtener recursos y protección de muchos hombres se beneficiaban de esta **promiscuidad**, al igual que sus hijos», explica **Stephen Beckerman**,

antropólogo en la Pennsylvania State University (EE UU).

Sin embargo, la percepción del sexo ha cambiado con la sociedad, sobre todo con el comienzo de un control seguro y efectivo de la natalidad a partir de los años 50. La copulación ya no tendría obligatoriamente consecuencias reproductivas. De hecho, «si el sexo no fuera placentero, nuestra especie se habría extinguido hace mucho tiempo», zanja el antropólogo.

La promiscuidad femenina no ha buscado siempre un fin reproductor. Pero el caso humano no dista mucho del de otras especies.

MULTIPATERNIDAD A CUALQUIER PRECIO

«Investigaciones recientes han proporcionado demostraciones espectaculares de que la reproducción no tiene lugar ni para el bien de la especie ni como una interacción mutuamente beneficiosa entre machos y hembras», subraya Birkhead. El **conflicto sexual** está a la orden del día por-

Los insectos están entre los animales más promiscuos. **IMAGEN** Pixabay

«Si el sexo no fuera placentero, nuestra especie se habría extinguido hace mucho tiempo», zanja el antropólogo Beckerman

El conflicto sexual está a la orden del día porque «la reproducción es cualquier cosa menos cooperativa», dice Birkhead

En la mayoría de las especies, los machos no abandonan a la descendencia ni reducen el cuidado paterno, aun cuando son «engañados» por sus compañeras

que «la reproducción es cualquier cosa menos cooperativa».

En un estudio publicado en la revista *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, un equipo de científicos demuestra que en el caso de las aves la promiscuidad no está siempre asociada a la colaboración y tampoco aporta aparentes beneficios a las hembras.

«¡Todo lo contrario! La reproducción cooperativa es más probable en especies con antepasados monógamos. Esto se debe a que los grupos familiares con un solo padre y una madre están más estrechamente relacionados entre sí y los compañeros de nido serán hermanos completos en lugar de medio hermanos», indica **Ashleigh Griffin**, investigadora en el departamento de Zoología de la Universidad de Oxford (Reino Unido).

En su investigación, Griffin y su equipo no encontraron pruebas de que la promiscuidad de las hembras conduzca a una vida más longeva, una característica de las **poblaciones cooperativas**. «En cambio, se asoció una vida más larga con especies de aves que se reproducen de forma cooperativa con jóvenes criados por ayudantes adultos no reproductores, así como por sus padres», aclara la científica.

Esta podría ser una de las razones por las que muchas especies de aves se hayan vuelto **socialmente monógamas**, cuando el linaje más antiguo de las aves es bastante promiscuo. Pero lo cierto es que la **poliandria** —el apareamiento de las hembras con diferentes machos—, muy extendida en todos los animales, sobre todo en los insectos, puede conllevar costes.

Un estudio publicado en *Scientific Reports* muestra la primera evidencia cuantitativa de una **enfermedad de transmisión sexual** en insectos: las abejas domésticas (*Apis mellifera*).

Las reinas son las más susceptibles de infectarse con parásitos intracelulares a través del semen de los machos infectados. Ellas son las responsables de copular con diversos machos para producir colonias más aptas. Si existen riesgos en este comportamiento, ¿qué motiva a las hembras?

UNA DURA LUCHA POR LOS ESPERMATOZOIDES En general, la poliandria aumenta la diversidad genética de las crías de una hembra, les confiere resistencia a enfermedades y asegura espermatozoides viables de al menos un macho fértil. Sin embargo, entre primates como los **bonobos**, las razones de las hembras no están claras.

Mientras que los machos son promiscuos para maximizar el número de crías que engendran, «algunos científicos sugieren que las hembras lo hacen para crear confusión en la paternidad; para que los machos crean que los descendientes de un grupo son suyos y no los agreden», señala Geoffrey MacFarlane, investigador en la Universidad de Newcastle (Australia).

MacFarlane es autor principal de un trabajo publicado en *Behavioural Processes* sobre las interacciones genitales entre primates del mismo sexo. El estudio probó que estos **escarceos homosexuales** se pueden dar tanto en machos como en hembras sin poner en peligro la reproducción. «Es un subproducto de la alta motivación sexual de ciertas especies. Algunos individuos optan por

«Algunos científicos sugieren que las hembras de primates son promiscuas para crear confusión en la paternidad», señala MacFarlane

tener interacciones con ejemplares del mismo sexo, además de tener sexo reproductivo», detalla MacFarlane.

En animales especialmente promiscuos y sexualmente activos, las hembras pueden necesitar aparearse con diversos machos para obtener suficientes suministros de esperma y mantener su fertilidad. Esto ocurre con la mosca de ojos saltones (*Teleopsis dalmanni*), cuyos machos reparten su eyaculación entre muchas hembras, según una investigación de la University College London.

La poliandria también puede beneficiar a las hembras de **especies en peligro de extinción**, como es el caso del lagarto cocodrilo (*Shinisaurus crocodilurus*), un extraño reptil originario de China, entre los que se observó un alto porcentaje de multipaternidad. Cada una de las crías de una misma madre puede tener un padre diferente. Para los autores del trabajo, conocer sus comportamientos reproductivos «es importante para diseñar estrategias de conservación y mejorar la variación genética».

BUENOS PADRES CORNUDOS En otras especies, las hembras se aparean con diversos machos para animarlos a criar a su descendencia. «Esto podría ser importante en el caso de los humanos, para los que cuidar a sus hijos supone una inversión considerable», explica Asheigh Griffin. En el caso de un pájaro, el esfuerzo que supone criar a una nidada de pollos hasta la edad adulta, equivale en términos humanos a hacer el Tour de Francia.

Esta hazaña solo compensaría si el macho es el padre biológico de su prole. ¿Pero, cómo ac-

túan los machos cornudos en la naturaleza? La respuesta a esta pregunta depende de la especie.

En un análisis comparativo entre padres cornudos de 50 especies de aves, peces, mamíferos e insectos, un equipo liderado por la Universidad de Oxford reveló que en la mayoría de las especies los machos no abandonan a la descendencia ni reducen el cuidado paterno.

«Se espera que los machos cornudos sean relativamente tolerantes con el engaño si el cuidado paterno no reduce el éxito reproductivo posterior ni afecta a la aptitud de la descendencia», señalan los autores en el trabajo publicado *PLoS Biology*. Así que en la mayoría de los casos «a los machos les merece la pena quedarse».

Además, para las especies más monógamas, como el escarabajo enterrador, ante la duda de ser el padre biológico, **abandonar a las crías** supondría renunciar a su propia prole. En el caso de los seres humanos, que son monógamos comparados con otras especies, «los hombres son bastante insensibles a la pérdida de la paternidad cuando se trata de invertir en sus hijos», dice Griffin, autora principal del estudio.

Pero el riesgo que corren las hembras de las especies más promiscuas como los **babuinos chacma** es que ante una alta probabilidad de que les sean «infieles» y no se asegure la reproducción en el futuro, los machos decidan no desperdiciar recursos en el cuidado de las crías. Y aquí, a diferencia de los humanos, las hembras promiscuas perderían el apoyo de su compañero para criar a sus hijos hasta la edad adulta. Nadie dijo que el sexo no traería riesgos.

DUELO DESPUÉS DE UN ABORTO ESPONTÁNEO

El tabú de morir antes de nacer

NÚRIA JAR | 21 MAYO 2018

La muerte de un hijo aún no nacido sigue estigmatizada. Ni siquiera existe consenso en la terminología que debe acompañar a estas pérdidas para clasificarlas y ofrecer una respuesta adecuada a las familias. Para tener un proceso de duelo saludable los expertos recomiendan el contacto *post mortem* y la elaboración de recuerdos mediante objetos y fotografías.



La periodista y bloguera Carmen Osorio perdió a su bebé a las 28 semanas de gestación. En su blog *No soy una mamá drama* explicó el duro proceso.

Dos de cada tres abortos involuntarios suceden de forma espontánea durante el **primer trimestre**, cuando el embrión aún no ha conseguido el estatus de feto. Por eso muchas mujeres retrasan el anuncio hasta los tres meses de gestación. La muerte se convierte en tabú por partida doble cuando irrumpe en un escenario inesperado, donde tenía que crecer la vida.

«La **muerte perinatal** continúa oculta a la sociedad», asevera una colección de artículos que publicó

The Lancet en 2016, en la que se señala que las defunciones perinatales (de bebés fallecidos desde la semana 22 de gestación hasta sus primeras semanas de vida) no están lo bastante legitimadas ni aceptadas por los profesionales de la salud, la familia y el entorno. «Muchos padres reprimen su pena en público», añade. El **estigma** exagera el trauma que supone la pérdida de un ser esperado.

En España, según los datos disponibles del Instituto Nacional de Estadística, por cada mil na-



Rocío y Raúl con su hija Nadia, fotografiados por Norma Grau el 20 de febrero de 2017. La fotografía se expuso en la muestra 'Imágenes de muerte' en el Museo Etnológico de Valencia.

cimientos hubo 4,43 defunciones perinatales en 2016.

Umamanita es la asociación más potente de España de apoyo a la muerte perinatal y neonatal. Su cofundadora y presidenta, Jillian Cassidy, aseguraba en un artículo que en España, alrededor de 1.500 bebés mueren cada año durante el embarazo pasadas las 22 semanas de gestación. «Existe un grave problema de **infradeclaración** de muertes intrauterinas», lamentaba.

En los últimos meses, mujeres conocidas han compartido en las redes sociales su dolor por las pérdidas repentinas de su embarazo. La ilustradora Paula Bonet colgó en Instagram un selfi donde se le veía una barriga incipiente: «Autorretrato en ascensor con embrión con corazón parado», era su pie de foto. En 24 horas,

los usuarios la inundaron a *me gusta* y comentarios.

Una respuesta similar generó otra entrada de la bloguera Carmen Osorio en *No soy una mamá drama*, en la que el verano pasado compartió la muerte de su única hija (ya tenía tres varones) después de haber contado numerosos detalles de su embarazo a sus seguidores.

Gracias a sus testimonios, la muerte intrauterina ha generado muchas conversaciones hasta ahora silenciadas. «Ya tendrás otro...» o «¡Eres muy joven!» son algunas de las frases que la gente suele decir, si es que se habla sobre el tema. «La fórmula universal que todo el mundo puede entender es un silencio y un abrazo», aconseja ante estas situaciones **Maria Mari**, coordinadora asistencial de **enfermería** de Medicina Fetal del Hospital Clínic-Maternitat de Barcelona, donde

cada año atienden unos 300 casos de pérdidas perinatales.

«Las familias nos quejamos del tabú y del estigma», cuenta Cassidy, que hace diez años perdió a su hija Uma. «Nos encontramos con un gran vacío», recuerda de aquel momento en el que toda la información que encontraba estaba en inglés. Al ser irlandesa residente en España, decidió hacer un trabajo voluntario de traducción e impulsar la asociación que lleva el nombre de su hija.

LA MUERTE MÁS INESPERADA «El cuidado inmediato y respetuoso del duelo debería formar parte de la rutina de todos los profesionales sanitarios», defiende la publicación de *The Lancet*, en consonancia con los objetivos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que en 2015 incluyeron la muerte perinatal entre los 100 indicadores básicos de salud. Pero no todas las personas tienen la oportunidad de pasar por un proceso de **duelo saludable** y evitar la **ansiedad** o la **depresión**.

La enfermera Xusa Serra recuerda el caso de una mujer que desarrolló trastornos patológicos al no poder despedirse de su bebé. «Hay una **incultura de la muerte**», dice la creadora de la Unidad de Duelo y final de la vida en 2009 en el Hospital General de Cataluña. A los dos años, aquella madre pudo expresar sus sentimientos mediante un ritual que contribuyó al proceso de duelo y a visibilizar su estimación por aquel hijo: «Hay que aprender a cuidar más allá de la vida, de otra manera (...). Este es un camino largo y poco reconocido socialmente».

La psicóloga experta en duelo perinatal **Maria Teresa Pi i**

Sunyer fue una de las pioneras en ofrecer respuesta a estas situaciones en un entorno hospitalario, en concreto en el Hospital Universitario Vall d'Hebron. Hace seis años creó grupos de **atención al duelo perinatal** tanto para padres como para profesionales sanitarios de los servicios de neonatología, de obstetricia y ginecología. La iniciativa mereció el Premio Buenas Prácticas en el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad en 2015.

«Para afrontar el duelo nosotros decidimos hablar mucho, muchísimo», dice Raquel Prat sobre la pérdida de su primera hija Vera, a las 31 semanas de gestación. Ella y su pareja acudieron a Petits amb lllum, una asociación que ofrece **grupos de ayuda mutua** para padres que se encuentran en situaciones similares. «Te ves reflejado, te ayuda a afrontar la vida», recuerda sobre sus sesiones en las que compartía vivencias con seis parejas que habían pasado por lo mismo.

En España, la atención a la muerte intrauterina es un fenómeno «relativamente reciente» que varía mucho en función de la edad gestacional y el tipo de hospital, según el único artículo sobre atención sanitaria publicado por Paul Cassidy este año en *BMC Pregnancy and Childbirth*.

Cuando reciben apoyo, muchas mujeres y sus parejas construyen un recuerdo positivo: «Son las pacientes de quienes tenemos más agradecimiento», destaca Marí desde su acogedor despacho, donde «todos los detalles están pensados». Prácticas que están estandarizadas en otros países no lo están en el sistema español, a pesar de ser beneficiosas para las mujeres.

Las muertes perinatales continúan ocultas a la sociedad

En España, la atención a la muerte intrauterina es un fenómeno reciente que varía mucho en función de la edad gestacional y el tipo de hospital

Se recomienda el contacto *post mortem*. «Menos mal que insistieron en que la viésemos», cuenta Raquel

Las recomendaciones apuestan por el **contacto *post mortem*** como un componente clave en el proceso de reconstrucción y creación de recuerdos. «Menos mal que insistieron en que la viésemos», cuenta Raquel. Según su experiencia, verla contribuyó a un duelo saludable, «a acabártelo de creer».

Pero no todos los hospitales dan la oportunidad a los padres de ver y sostener a sus bebés. Solo la mitad de las mujeres tuvieron contacto con el bebé fallecido, según las 796 encuestas que recoge el estudio de Cassidy. Muchas parejas se han sentido padres, pero no les queda nada de aquel hijo a lo que aferrarse.

«Nuestro recuerdo de aquel momento es una foto de su mano junto a la mía que guardaremos para nosotros siempre», cuenta Carmen en su blog. Se recomienda que la pareja abandone el hospital con al menos un **objeto o fotografía**, aunque solo un tercio lo consiga. «La imagen ayuda a integrar el duelo y mostrar que existió», asegura la fotógrafa licenciada en psicología **Norma Grau**, que desde 2010 impulsa Stillbirth, un proyecto voluntario para acompañar a las familias que pasan por este proceso de duelo.

Hay hospitales que son receptivos y otros que no a iniciativas como las de Grau, la única fotógrafa en España que ofrece desinteresadamente este servicio. En cambio, en otros países hace más de una década que funcionan. *Now I Lay Me Down to Sleep* nació en los Estados Unidos a partir de un caso particular y ahora tiene una red de 1.700 **fotógrafos voluntarios** por todos los Estados y en 40 países para brindar esta oportunidad a las familias.

LA NECESIDAD DE PONERLE UN NOMBRE

Hasta mediados del segundo trimestre, los obstetras siempre habían considerado las pérdidas gestacionales como abortos espontáneos. Pero meterlas a todas en el mismo saco es «problemático» porque agrupa condiciones tan dispares como la muerte por una **malformación genética**, un **crecimiento anormal de la placenta** o un **aborto espontáneo**, asegura un artículo sobre nomenclatura médica del Colegio Estadounidense de Obstetras y Ginecólogos.

Ahora, los obstetras las clasifican por **periodos de gestación**: «Todavía tenemos mucho que aprender en lo que concierne a las pérdidas de embarazo. Categorizar adecuadamente las pérdidas es un imperativo de la investigación de calidad».

En la misma línea, la Sociedad Europea de Reproducción Humana y Embriología señala en otro artículo que la **falta de consenso** con respecto a la nomenclatura y la clasificación de la pérdida del embarazo dificultan la **comparación de los resultados** de los estudios de diferentes centros.

La disparidad de nombres y la falta de definición afectan también a la **autopsia fetal**, que es clave para determinar la causa de muerte. El **análisis de la placenta** también es de mucho valor. A veces resulta complicado dar con el motivo porque se superponen diversos factores –la edad de la madre, las infecciones y otras enfermedades no transmisibles, la nutrición y el estilo de vida–, y se desconoce el momento de la muerte.

«La mujer puede empezar a sangrar una semana después de haberlo perdido», explica Olga Gómez del Rincón, ginecóloga

La falta de consenso en la clasificación de la pérdida del embarazo dificulta la comparación de estudios de diferentes centros

del Hospital Clínic. En su caso, Raquel tuvo un embarazo sin complicaciones, hasta que el 13 de abril de 2013 dejó de notar a Vera. «Pensé que ya no cabía», dice sobre su primer embarazo. Al cabo de una semana perdió el tapón mucoso, que anuncia el inicio del parto, y fue al hospital pensando que sería prematuro. «No se me olvidará la cara de la ecógrafa» cuando se percató que el corazón de Vera ya no latía.

La evidencia basada en la información es crucial para tomar

decisiones relacionadas con la propia salud y contar con pautas para futuros embarazos. La buena comunicación también es importante para calmar sentimientos de culpabilidad.

«Para muchos, hay que pasar página y ese bebé cae en el olvido porque no lo han conocido. Pero yo sí la vi, pasé meses sintiéndola dentro, imaginándola...», dice Carmen Osorio, que en su perfil en redes sociales recuerda que es madre de cuatro, tres en la tierra y una en el cielo.



IMAGEN José Antonio Peñas, SINC

Sin cifras y con un objetivo

No hay datos oficiales sobre el número de pérdidas gestacionales en el mundo. Las últimas cifras, publicadas en 2016 por *The Lancet*, estiman que hubo 2,6 millones de muertes perinatales en 2015, de las cuales

un 98 % tuvieron lugar en países en vías de desarrollo.

Los países de **África subsahariana** y el **sudeste asiático** son los más afectados, con un 75 % de las defunciones intrauterinas.

El objetivo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es que en el año 2030 se reduzcan a 12 las muertes perinatales por cada 1.000 nacimientos, frente a las 18,4 muertes por cada 1.000 nacimientos que se registraron en 2015 y las 24,7 defunciones por cada 1.000 nacimientos del año 2000.

MARÍA JOSÉ MAS, NEUROPEDIATRA

«Retrasar la atención temprana pone en riesgo la autonomía del niño»

LAURA GARCÍA MERINO | 26 MAYO 2018

Miles de niños y niñas en España necesitan terapias que no pueden esperar para potenciar su desarrollo neurológico. La neuropediatra María José Mas explica qué supone la falta de acceso a estos programas de prevención y cuidados especializados.

Si no recibe atención temprana, una niña con **parálisis cerebral** verá reducidas sus opciones de controlar la postura y recuperar movilidad; y a un niño con **autismo** le costará más trabajo desarrollar el lenguaje y las habilidades sociales. Las terapias que necesitan, de las que se ocupan psicopedagogos, psicólogos, logopedas, fisioterapeutas y un largo etcétera de especialistas, no son un capricho. Son la llave para desarrollar su potencial.

No hay datos oficiales sobre el número de niños y niñas que necesitan **atención temprana** en España. En Madrid el Gobierno regional, en respuesta parlamen-

taria, ha aportado por primera vez cifras de menores de seis años en lista de espera: 1.317, según información del año 2016.

En la mayoría de las comunidades autónomas el límite de edad para recibir estos tratamientos en el sistema público son los seis años. En Castilla La Mancha, hasta hace pocas semanas ese límite se reducía a tres años, cifra que la Junta se ha comprometido a ampliar; y en Canarias el servicio ni siquiera existe. Las familias han reunido firmas para que la atención temprana se incluya en la cartera de servicios del Sistema Nacional de Salud.

María José Mas, neuropediatra, responsable del área en la Xarxa Sanitaria i Social de Santa Tecla en Tarragona y creadora del blog *Neuronas en Crecimiento*, explica qué supone para el desarrollo de un niño con estas necesidades el acceso a la atención temprana.

¿En qué consiste la atención temprana?

Me alegra mucho este interés porque es una gran desconocida. Se trata de un conjunto de medidas preventivas dirigidas a detectar y atender cuanto antes los retrasos y alteraciones del proceso normal de crecimiento y maduración del sistema nervioso. Cada niño



María José Mas en su consulta.
IMAGEN SINC

Con el lema #NingúnNiño SinTerapia, las familias reclaman que la atención temprana se incluya en la cartera de servicios del Sistema Nacional de Salud

va adquiriendo las capacidades esenciales para desenvolverse en su entorno: caminar, hablar, relacionarse con los demás... A este proceso se le llama neurodesarrollo.

¿De qué depende el neurodesarrollo?

El neurodesarrollo sucede por la interacción entre la información genética –que define el programa evolutivo del individuo– y las posibilidades que le ofrece el ambiente para desplegarlas. Durante la infancia, a medida que van surgiendo las capacidades individuales definidas por la herencia genética, es la herencia cultural de cada persona la que modulará y moldeará su expresión.

¿En qué casos es necesario dar atención temprana a un niño?

La atención temprana debe estar al alcance de todos los niños. El grado de atención que deberá recibir cada uno dependerá de cómo vaya ocurriendo su neurodesarrollo. Tiene dos objetivos fundamentales: el primero es la detección de los problemas y el segundo que, en caso de detectar una anomalía, el niño reciba cuanto antes la atención y el tratamiento necesarios para minimizar su impacto.

En tu blog explicas que con la atención temprana no funciona el refrán «más vale tarde que nunca». ¿A qué edad debe iniciarse?

Las medidas de detección deben empezar desde el nacimiento;

el tratamiento, en cuanto se detectan las dificultades, porque hay un tiempo limitado para que el niño adquiera las habilidades que van surgiendo en el proceso del neurodesarrollo. Pasado ese tiempo, el aprendizaje es mucho más difícil y a veces imposible. Esto es debido a que la plasticidad cerebral es limitada.

¿Qué es la plasticidad cerebral?

Es la capacidad que tiene el cerebro de crear nuevas conexiones –sinapsis– para adaptar sus habilidades a su entorno. Cuando el cerebro se enfrenta a una información desconocida, la aprende formando nuevos circuitos para que alojen esas nuevas habilidades. Como tiene mucho que aprender, el cerebro inmaduro del niño posee una gran capacidad para formar nuevas sinapsis. Al principio serán débiles, pero al practicar lo aprendido se hacen más eficaces y resistentes a las modificaciones.

Si algo altera o interrumpe la formación de nuevos circuitos, la plasticidad cerebral del niño permite que otros circuitos se hagan cargo de las funciones no adquiridas. Pero esta capacidad plástica tiene un límite porque, a pesar de su número abrumador, las sinapsis son finitas y si tienen que hacerse cargo de varias tareas serán menos eficaces.

Cuando se produce una alteración, las técnicas de atención temprana facilitan la tarea plástica del cerebro y aumentan su eficacia para desarrollar las habilidades más fundamentales y prioritarias. Por eso es imprescindible detectar cuanto antes a los niños con problemas.

¿Cómo pueden detectarse de forma precoz los casos de niños que

necesitan atención temprana?

Es fundamental que los profesionales de atención primaria responsables del seguimiento del niño sano tengan una formación adecuada y dispongan además del tiempo suficiente. En la actualidad, es difícil que ambos requisitos se cumplan.

El límite de edad para recibir este tipo de tratamientos en los servicios públicos de España es de seis años. ¿Hay alguna evidencia científica que justifique esto? ¿Qué ocurre a partir de ese momento, es que ya no es eficiente la estimulación?

Esta recomendación está basada en conocimientos obsoletos y ya superados. Aunque los tres primeros años son fundamentales, los problemas no desaparecen y los niños siguen necesitando atención especializada por profesionales conocedores del neurodesarrollo y sus problemas. Si se quiere se puede eliminar la palabra «temprana» o «precoz», pero la atención sigue siendo imprescindible.

La genética de cada persona determina sus capacidades de desarrollo, ¿pero cómo influyen los factores ambientales?

Si la genética es el patrón, el ambiente es el sastre. Sin un ambiente adecuado la genética no tiene oportunidad para desenvolverse. Sean cuales sean las capacidades de la persona, si el ambiente no ofrece los estímulos y las rutinas necesarias para el aprendizaje, este no se producirá o será mucho más pobre de lo esperado y deseable.

¿Qué puede suponer una lista de espera de hasta tres años para un niño que necesite atención temprana?

Una pérdida de oportunidades. El cerebro sigue madurando aun-

«La atención temprana debe estar al alcance de todos los niños. El grado de atención dependerá de su neurodesarrollo»

«Hay un tiempo limitado para que el niño adquiera habilidades. Pasado ese tiempo, el aprendizaje es mucho más difícil y a veces imposible»

que no lo haga de forma óptima y luego será mucho más difícil modificar sus circuitos para que trabajen con eficacia. El retraso en el inicio de la atención empeora el pronóstico y pone en riesgo la autonomía adulta de la persona.

¿En atención temprana se trabaja también con la familia del pequeño?

Por supuesto. La familia es el entorno del niño, sin la familia no se puede hacer ninguna intervención de atención temprana. Se hará otra cosa, pero no será atención temprana.

Las familias reivindican que la atención temprana entre en la cartera de servicios del Sistema Nacional de Salud. ¿Ahora qué organismo se hace responsable de ella?

La situación es compleja y merece una explicación detallada porque la atención precoz no depende por completo del Sistema Nacional de Salud, sino que implica al IMSERSO, entidad de la Seguridad Social que gestiona servicios sociales.

Por una parte, la detección de los problemas del neurodesarrollo se realiza a través de los programas de seguimiento del niño sano. Es responsabilidad de las consejerías de Sanidad y se lleva a cabo por profesionales de la salud: pediatras, enfermeras y médicos de familia. También hay programas de vigilancia para niños con mayor riesgo de presentar problemas en su neurodesarrollo, por ejemplo, los nacidos prematuramente, los que han tenido complicaciones en el periodo neonatal o tienen antecedentes familiares de enfermedades neurológicas.

Por otra parte, la atención y tratamiento específico de los problemas se lleva a cabo en cen-

tros especializados en atención temprana que deben contar con profesionales preparados para poder dar la atención adecuada a cada caso. Pero ni todas las comunidades autónomas tienen una red propia de centros –por lo que a menudo tienen concierto con servicios privados–, ni en todos los centros cuentan con los profesionales necesarios. En muchos falta el neuropediatra.

Además, en la mayoría de comunidades la responsabilidad de organizar la atención temprana recae en la Consejería de Asuntos Sociales, así que debe coordinarse con la de Sanidad para acceder a los recursos sanitarios imprescindibles para el diagnóstico y el seguimiento de estos niños. La burocracia entorpece los procesos.

La voz de los especialistas podría marcar la diferencia. ¿Cómo se están implicando los neuropediatras para conseguir que todos los niños y niñas tengan acceso a la atención temprana?

Personalmente puedo decir que me implico todo lo que puedo. No tengo duda de que la voz del especialista es fundamental. Y lo sé porque he conseguido que en mi ciudad la atención temprana tenga los vínculos imprescindibles entre los servicios sanitarios y los sociales. Es de los pocos sitios que conozco en donde esto sucede. Y ha sido por un empeño personal y gracias a haber encontrado en mi actual empresa, Xarxa Sanitaria i Social Santa Tecla, la sensibilidad necesaria para hacerlo. Hay cosas que mejorar, sobre todo, aumentar los recursos materiales y profesionales para llegar a todos los niños, pero estamos en el buen camino.

«La edad límite de seis años para dar atención temprana está basada en conocimientos obsoletos y ya superados»

«Ni todas las comunidades tienen una red propia de centros de atención temprana, ni los que existen cuentan con los profesionales necesarios»

ROSA ARIAS, COORDINADORA DEL PROYECTO EUROPEO D-NOSES

La emprendedora que va a poner en el mapa la contaminación por olores

ANA HERNANDO | 05 JUNIO 2018

Los desagradables hedores generados por fábricas, explotaciones ganaderas y vertederos son señales de alerta de problemas ambientales graves. Sin embargo, este tipo de contaminación es la gran olvidada por las legislaciones. La ingeniera química Rosa Arias se ha propuesto cambiar esto y ha desarrollado una *app* con la que los ciudadanos pueden registrar los efluvios de su entorno. Además, lidera un proyecto europeo que prepara el primer mapa mundial del olor.

Ansiedad, dolor de cabeza, falta de concentración y alteraciones del sueño son algunos de los problemas asociados con la exposición diaria a malos olores. «Es la segunda causa de queja medioambiental en el mundo, tras el ruido. Sin embargo, **no recibe la atención que merece** ni por parte de las autoridades competentes, ni por la industria, que es la mayor responsable de estas emisiones pestilentes», comenta Rosa Arias (Barcelona, 1978).

Esta ingeniera química lleva trabajando en los problemas relacionados con los olores desde 2004 e intentando abrirse camino en un ámbito en el que **“está todo por hacer”**. Arias ha estado empleada en dos de las principales consultoras que se dedican al tema en España, pero al final decidió emprender por su cuenta, ya que estas firmas –dice– «no tienen interés en innovar».

Hace un par de años desarrolló una aplicación llamada **Odour**

Collect, «que usa la **ciencia ciudadana**, los *smartphones* que siempre llevamos encima, y nuestra nariz, que es el mejor sensor de olor que existe».

Al ser un **sentido de defensa** que nos alerta de peligros, lo tenemos muy desarrollado. «Por ejemplo, el ácido sulfhídrico, gas principal causante del hedor a huevos podridos en estaciones depuradoras de aguas residuales, es un **gas letal** y nuestra nariz lo detecta en concentraciones



bajísimas, inferiores a 10 partes por billón (ppb), por debajo del límite de detección de muchos aparatos de medida».

«La *app* –explica– es muy sencilla. Lo que hace es **geolocalizarte mediante el móvil** en el espacio y en el tiempo, de manera que puedes registrar allá donde estés un nuevo olor en tiempo real. También tienes la posibilidad de acceder a las observaciones que hayan incluido otras personas e incluso comunicarte con ellas para hacer así un mapa colaborativo de hedores».

UN PROYECTO EUROPEO CONTRA EL HEDOR
La investigadora señala que «el mayor número de quejas por olores en España se debe a actividades de **tratamiento de residuos y depuradoras** de aguas residuales

porque están muy cercanos a la población».

Comenta que «hay muy pocos casos en los que las industrias o los ayuntamientos implicados realicen estudios técnicos para atacar el problema y, si los hay, son poco transparentes y cerrados. Los ciudadanos no tienen acceso a esta información que les está afectando cada día».

Este fue el motivo que la llevó a desarrollar la aplicación. «Quise dar a los ciudadanos una herramienta que los empoderara para poder **no solo acceder a los datos, sino generarlos**; demostrar que en su comunidad existe un problema de hedores y reclamar una acción a los implicados».

Su tesón por poner este problema ambiental en el primer plano ha hecho que la UE le otorgue el

La ingeniera química Rosa Arias ha sido elegida por la UE para liderar el proyecto D-Noses, que planea crear un mapa mundial del olor con la ayuda de la ciencia ciudadana. **IMAGEN** David Fernández, SINC

«Es la segunda causa de queja medioambiental en el mundo, tras el ruido, pero no recibe la atención que merece por las autoridades ni la industria»



La aplicación Odour Collect permite a los ciudadanos registrar olores mediante los móviles inteligentes. IMAGEN Ibercivis

«Quise dar a los ciudadanos una herramienta para demostrar que en su comunidad existe un problema de olores y reclamar una acción a los implicados»

«Vamos a elaborar un mapa mundial del olor con la ayuda de los datos enviados por la gente a través de nuestra aplicación»

«La contaminación por olores es una señal de alerta de problemas medioambientales más graves y puede ser perjudicial para la salud»

liderazgo del proyecto europeo D-Noses, junto a la fundación aragonesa de ciencia ciudadana Ibercivis. El objetivo, dice, «es elaborar un mapa mundial del olor con la ayuda de los datos enviados por la gente a través de Odour Collect».

El proyecto tiene una **dotación de 3,1 millones de euros** durante un periodo de tres años y «es la **iniciativa más ambiciosa en contaminación por olores** que existe en Europa y en el mundo», recalca.

D-Noses cuenta con la participación de quince socios, entre los que hay expertos en contaminación odorífera de universidades, asociaciones ciudadanas y pequeñas empresas del sector medioambiental.

En total, participarán nueve países: España, Reino Unido, Alemania, Austria, Portugal, Grecia, Bulgaria, Italia y Chile. Arias indica que «se harán casos de estudio de comunidades gravemente afectadas por este problema en estos países y en otros de África y de varias partes del mundo».

Según explica, «para empezar, la herramienta OdourCollect recogerá los **datos que los ciudadanos generen en tiempo real**, los expertos en olor se encargarán de validar las distintas observaciones e incorporará datos meteorológicos y modelos matemáticos de retrotrayectoria para verificar los orígenes del olor».

Luego, en colaboración con las autoridades ambientales y las industrias emisoras, se estudiará qué estaba pasando en el momento de cada observación validada, con el fin de encontrar maneras de reducir la molestia, por ejemplo, aplicando **buenas prácticas en la industria** emisora o modificando

las diferentes operaciones para emitir el olor en condiciones de dispersión favorables.

Además, «el análisis de la información que obtengamos nos servirá para **hacer recomendaciones**, guías, el libro verde de contaminación por olores y el **plan de acción** para los próximos cinco a ocho años –agrega–. La idea es influir en las políticas ambientales de los distintos países y poner la contaminación por olores en el mapa. También tener a los ciudadanos protegidos, porque hasta ahora no lo estamos».

OBSERVATORIO INTERNACIONAL DEL OLOR

A finales de año estará listo el Observatorio Internacional del Olor. Actuará como repositorio de información y, según explica Arias, «mapeará industrias emisoras, comunidades con problemas y zonas con regulaciones ambientales, permitiendo el **acceso abierto a la información** por primera vez en materia de contaminación odorífera».

«Lo que queremos demostrar –subraya– es que la contaminación por olores es una señal de alerta de problemas medioambientales más graves. Puede ser perjudicial para la salud y contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático».

Por ejemplo, «uno de los olores más pestilentes es el del **metano**, que es uno de los principales gases causantes del **efecto invernadero**, por delante del CO₂, generado sobre todo en vertederos y en explotaciones ganaderas».

«Con las instalaciones adecuadas se podrían recoger esos gases mediante tuberías y sistemas de aspiración y luego enviarlos a un motor de cogeneración para producir energía. De esa forma,



Arias quiere influir en las políticas ambientales de los distintos países. **IMAGEN** David Fernández, SINC

se reducirían tanto los hedores como las emisiones de efecto invernadero», aclara.

La investigadora cree que la iniciativa europea ayudará a poner **mayor presión en los emisores de estos olores** para que tomen medidas correctoras. También servirá «para diseñar **nuevas estrategias** frente a este problema con la ayuda de la participación ciudadana».

UNA 'START-UP' PARA EXPLOTAR LOS DATOS DE CIENCIA CIUDADANA Paralelamente a su participación en **D-Noses**, Rosa Arias tiene entre sus próximos planes lanzar una *start-up*, que se llamará **Science for Change**.

«La idea detrás de esta empresa es explotar los datos sobre contaminación por olores que vamos a recabar gracias al proyecto europeo con la herramienta **Odour Collect**», destaca.

El modelo de negocio «se basará en la **identificación de poblaciones con problemas de hedores** que estén interesadas en aplicar nuestra nueva metodología basada en ciencia ciudadana para resolver el problema desde una perspectiva de abajo a arriba».

Según la ingeniera química, «los expertos en olor de Science for Change se encargarán, por una parte, de crear la comunidad de ciudadanos involucrados en registrar olores en tiempo real, entrenarlos y formarlos para obtener observaciones certeras, y, por otra, de validar cada una de esas observaciones, verificar

el origen del olor con modelos matemáticos y analizar en detalle qué es lo que está causando esa molestia con el fin de reducirla».

«Las industrias emisoras dispondrán de una **herramienta de monitorización** muy potente y más asequible que los estudios tradicionales de olor –ya que las observaciones de los ciudadanos son gratuitas– para mejorar sus procesos y reducir los hedores. Al mismo tiempo, podrán comprobar si las medidas correctoras o de buenas prácticas que estén implantando funcionan».

Además, «el modelo será extrapolable a otros experimentos de ciencia ciudadana que generen datos en tiempo real para abordar otros problemas ambientales, estudiar el **cambio climático** o mejorar el **transporte urbano**. Las posibilidades son infinitas», concluye.

ARTUR ÁVILA, PRIMER LATINO GANADOR DE LA MEDALLA FIELDS

«La matemática debería ser considerada como cualquier otro movimiento cultural»

EVA RODRÍGUEZ NIETO | 18 JUNIO 2018

El matemático Artur Ávila (Rio de Janeiro, 1979) obtuvo en 2014 el premio equivalente al ‘Nobel’ de las matemáticas. Desde entonces, ha incorporado la divulgación a su trabajo como investigador, que prefiere hacer al aire libre, a ser posible en la playa. Hablamos con él durante su paso por Madrid.

La carrera de Artur Ávila es meteórica. Este brasileño-francés ingresó en una maestría del Instituto de Matemática Pura e Aplicada de Brasil (IMPA) con tan solo 16 años, cuando cursaba secundaria. Con 21 ya había terminado el doctorado. En 2014 fue el primer latinoamericano en ganar la **Medalla Fields**, que se concede a investigadores menores de 40 años y ahora, aunque su preferencia es investigar, explota su popularidad para transmitir su pasión por las matemáticas.

El joven carioca estuvo unos días por Madrid invitado por la Universidad Complutense y el Instituto de Ciencias Matemáticas.

¿De dónde le viene la vocación?

En mi familia no hay personas particularmente formadas en matemáticas ni existe una tradición en ese sentido. Tuve un interés propio muy pronto, con cinco años ya me empezaron a atraer. Con trece años participé en el programa de Olimpiadas de

Matemáticas, pero hasta entonces aprendí por mi cuenta.

¿Cómo se consigue ser autodidacta en matemáticas con tan solo cinco años?

Intentaba ir más allá de lo que me daban en las clases y también les pedía libros a mis padres para leer cosas un poco más avanzadas, sin mucha guía, pero intentando progresar.

Ha comentado varias veces que le gusta trabajar en la playa, que



Artur Ávila en su visita a la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid IMAGEN Olmo Calvo, SINC

«No me gusta trabajar en lugares cerrados. Cualquier sitio donde se pueda conversar está bien, es muy raro que sea en una oficina»

huye de los espacios cerrados. ¿Cómo lo compatibiliza con sus investigaciones en el IMPA y sus estancias en Francia?

Lo dije y es verdad, no me gusta trabajar en lugares cerrados, pero de un tiempo a esta parte he tenido pocas oportunidades de ir a la playa. Si trabajo en equipos con más gente, cualquier lugar donde las personas podamos conversar, como un restaurante, está bien. Es muy raro que sea en una oficina.

Es el primer latinoamericano premiado con la Medalla Fields. ¿Cómo ha cambiado su carrera desde 2014 hasta hoy?

Como tengo una gran visibilidad, desde entonces es natural que haga trabajos de divulgación, en Brasil principalmente, para que las matemáticas lleguen a la po-

blación. También entrevistas con periodistas –pero no de manera excesiva– para que se llame la atención sobre estos aspectos. Además, he recibido invitaciones para estancias, pero eso es algo normal para los matemáticos de investigación, por lo que no he alterado mucho mis planes y no viajo mucho más que antes.

Coincidió en el premio con la primera mujer en recibirlo, Maryam Mirzakhani, fallecida en 2017. ¿Qué opina sobre la situación de las mujeres en la investigación?

Muchos trabajos fundamentales en matemáticas fueron desarrollados por mujeres. En mi área, me gustaría mencionar el realizado por Marina Ratner en 1990, con aplicaciones en la teoría de los números, y que también fue

«En matemáticas existen muchos trabajos fundamentales que fueron desarrollados por mujeres»

«La investigación matemática es solamente creatividad, imaginación»

crucial para el trabajo hecho por Maryam casi 20 años después. Ratner, que murió con pocos días de diferencia respecto a Maryam, abrió un área de investigación matemática. Es solo un ejemplo de una contribución esencial. No hay duda de la importancia de los trabajos hechos por mujeres.

¿Cómo es la situación de la ciencia y de las matemáticas en su país, Brasil, si lo compara con Francia?
El desarrollo de la ciencia en Brasil es mucho más reciente que en Francia. No se entiende bien la necesidad de invertir en ella de forma continua y a largo plazo. En ese contexto, las matemáticas han avanzado mejor que otras ciencias por varias razones. Una de ellas es que son particularmente baratas, no necesitan laboratorios, solo personas. Por eso nosotros sufrimos un poco menos con esas idas y venidas de los gobiernos en la financiación de la investigación.

¿Y en el Instituto de Matemática Pura e Aplicada?

Tenemos circunstancias positivas al contar con personas excepcionales que se fueron a estudiar fuera en los años 50 y 60 y decidieron volver para crear un programa de desarrollo de matemáticas. Tenían un objetivo claro: dar más importancia a la calidad para crear una investigación competitiva internacionalmente. Después, aparecieron brasileños y latinoamericanos de altas capacidades que dieron continuidad a ese proyecto.

¿Qué papel tiene la creatividad en las matemáticas?

La investigación matemática es solamente creatividad, imaginación. Lo que no depende de

ello es algo automático que los matemáticos hacen sin muchas dificultades porque tienen conocimientos técnicos muy elevados. La cuestión es que su belleza está en su dificultad, no existe una receta para descifrarlas, hay que descubrirlas. No solo se trata de resolver problemas, sino también de formular el contexto y la comprensión del universo matemático en el cual esos problemas tienen sentido. Toda esa visualización depende de la imaginación, que ayudará a la propia resolución. Hay que ir siempre más allá, y ese más allá no es hacerlo mejor, sino diferente.

Se dedica a la investigación básica. ¿Por qué es esencial para el desarrollo de la ciencia?

Existen dos aspectos que conviene recordar. Primero, porque en ciencia, y en concreto en matemáticas, es muy difícil prever el impacto que se obtendrá. La matemática es acumulativa, se va expandiendo poco a poco y se comunica con las otras partes. Además, se sabe que es fundamental para el desarrollo: los ordenadores, la planificación, el uso de estadísticas o la manera en la que se comprenden fenómenos económicos y médicos depende de ella. No tiene sentido aislar una sola aplicación de las matemáticas porque está en toda nuestra vida. Es preciso estimularla por completo.

¿Y el segundo aspecto?

La segunda cuestión es que no se debe buscar solo hacer cosas por su utilidad visible y aplicada. Las personas entienden eso cuando se habla de la cultura de un país que tiene valor en sí mismo como actividad humana. La matemática debe ser considerada, en ese sen-



tido, como cualquier movimiento artístico o cultural que tiene raíces siglos atrás.

A la Universidad Complutense ha venido a hablar, por invitación del Instituto de Ciencias Matemáticas, de la reducibilidad y la casi reducibilidad. ¿Cómo se traslada este tipo de conocimiento tan específico al público?

Tengo dificultad para hablar de mi propio trabajo al público general de forma natural. Suelo referirme más a temas amplios, porque este es muy técnico. Da más juego hablar de sus orígenes. Está relacionado con el estudio de

la estabilidad de ciertos sistemas, como el solar, y la interacción gravitatoria de Newton.

¿Cuál sería el problema matemático que le gustaría resolver?

Hay muchos cuya solución me interesaría, pero no quiero pensar en uno en concreto al que dedicar toda mi vida. Las oportunidades surgen a veces en un momento en el que no estabas centrado directamente en él. Uno en concreto que considero importante es el conjunto de Mandelbrot, que es un fractal particularmente conocido, con unas microestructuras muy sorprendentes.

Artur Ávila en la UCM **IMAGEN** Olmo Calvo, SINC

«Me resulta difícil hablar de mi propio trabajo al público general de forma natural»

LA DIVULGACIÓN INCLUSIVA ROMPE BARRERAS

Tienen una discapacidad y mil ideas para disfrutar de la ciencia

LAURA CHAPARRO | 23 JUNIO 2018

No hace falta mirar por un telescopio para percibir los cráteres de la luna ni ser un genio para hacer un experimento de química. Personas con ceguera, sordera o con discapacidad intelectual disfrutan del conocimiento científico gracias a proyectos inclusivos. En ocasiones son ellos mismos los que hacen divulgación.

Iluminada y Enrique forman un buen equipo. Juntos han entrevistado a científicos de la talla de José María Bermúdez de Castro, han explicado por qué la contaminación lumínica no nos deja ver las estrellas y han analizado de qué está compuesto el aceite de palma. Y todo ello con mucho humor. Ambos son **divulgadores** y su **discapacidad intelectual** no les ha impedido convertirse en **youtubers** con el programa PDI Ciencia.

«Esperamos que hayáis visto el videoclip de *Mi gran noche científica*», nos dice Enrique. Como los presentadores de televisión, él lee

en el teleprompter las frases que tiene que decir y ayuda a Iluminada –Lumi– con las suyas. «Como no sé leer, me lo dice Enrique y yo lo repito», aclara Lumi.

La idea del programa surgió en diciembre de 2016. Su creador, el ilustrador y divulgador Diego Ortega Alonso, llevaba varios años en contacto con la Asociación de Familiares y Amigos de Personas con Discapacidad Intelectual de Bailén, a la que pertenecen Enrique y Lumi.

«Se trataba de visibilizar las **enormes capacidades** que tienen las personas con discapacidad intelectual», señala Ortega Alonso.

A partir de ahí, con mucho trabajo y un equipo donde la discapacidad está presente delante y detrás de las cámaras, se ponen manos a la obra para producir los programas.

El nombre de PDI tiene un doble sentido. Además de ‘personal docente investigador’, que son los profesores universitarios, también significa ‘personas con discapacidad intelectual’. Con esta iniciativa, su director trata de que la presencia de este colectivo sea más amplia en todos los sectores, incluyendo la divulgación científica.

«¿Por qué no va a poder una persona con discapacidad hablar



El equipo de PDI Ciencia. De izquierda a derecha: Pepi Montero (operadora de cámara), Antoñoli Padilla (director de producción), Enrique Bermúdez (presentador), Iluminada Castillo (presentadora), Ramón Ruvira (clauqueta, voz en off, figurante) y Diego Ortega (guión y dirección). Estos *youtubers* han sido ganadores de los Premios de Internet 2018 en emprendimiento e investigación. IMAGEN PDI

«¿Por qué no va a poder una persona con discapacidad hacer entender al público conceptos científicos?», se pregunta Ortega Alonso

con Bermúdez de Castro, hacer que el público entienda conceptos científicos y, de rebote, que comprenda que las personas con discapacidad tienen capacidad para hacer este tipo de cosas?», se pregunta Ortega Alonso.

SENTIR EL COSMOS CON LAS MANOS En uno de los programas apareció Enrique Pérez Montero, investigador científico del CSIC en el Instituto de Astrofísica de Andalucía. En 1999, al astrónomo le diagnosticaron **retinosis pigmentaria**, una enfermedad congénita degenerativa de la retina que no tiene cura.

Es astrónomo pero no puede ver las estrellas. «Las **personas con baja visión y ciegas** hemos sido tradicionalmente las que más problemas hemos tenido para acceder a la divulgación

de la **astronomía**, al realizarse de manera preferentemente visual», indica.

Hace unos años, puso en marcha el proyecto Astronomía Accesible que, con conferencias, talleres, visitas y materiales adaptados, acerca esta ciencia a quienes no pueden ver. Una de las actividades fue una visita al Observatorio de Calar Alto (Almería). Los participantes tocaron los instrumentos y se adentraron en la cúpula del mayor telescopio del centro, donde percibieron sus movimientos y la amplitud del espacio.

«La sensación más habitual que experimentan es la sorpresa, ya que a muchos les han convencido de que hay ciertos conceptos que no pueden aprender porque no pueden ver», afirma el científico.

En la ciudad india de Vadodara, las niñas con ceguera pueden

sentir cómo es la Luna tocando las esferas que han recibido gracias al proyecto *A touch of the universe*, dirigido por la astrónoma Amelia Ortiz Gil.

Este proyecto internacional surgió tras dos iniciativas anteriores: El Cielo en tus Manos y un **modelo táctil de la Luna**. Uniendo los materiales, a Ortiz Gil se le ocurrió montar un kit para que educadores de África, Asia y América acercaran el cosmos a personas con discapacidad visual.

Al tocar la Luna, a los participantes les sorprende que sea una esfera, pues en los libros la habían percibido como un círculo plano. El equipo también ha desarrollado **globos táctiles de Venus, Marte y Mercurio**. «Los modelos los hemos creado bajo licencia **Creative Commons** y puede descargarlos cualquier persona que desee imprimirlos», informa Ortiz Gil.

LA DIVERSIDAD ENRIQUECE LA DIVULGACIÓN Las universidades también se están sumando a la **divulgación inclusiva**. La asociación Ciencia sin Barreras surgió a partir del proyecto **Geodivulgar**, de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). «Nuestras acciones están dirigidas a todo tipo de personas, independientemente de sus capacidades», subraya Alejandra García Frank, vicepresidenta de la asociación y profesora de la facultad de Ciencias Geológicas de la UCM.

Desde que empezaron en 2012, cada vez son más los profesores que se suman a sus actividades y han notado un aumento de los proyectos de ciencia inclusiva. «Muchos jóvenes científicos, divulgadores, docentes o periodistas están aprendiendo desde el inicio

de su carrera que una **pequeña adaptación** puede beneficiar a mucha más gente», resume la geóloga.

A solo unos metros de Geológicas se encuentra la facultad de Ciencias Químicas, donde es profesor Santiago Herrero Domínguez, coordinador del proyecto I.amAble: la ciencia al alcance de la sociedad.

«Al principio hacíamos visitas y talleres solo con personas con discapacidad intelectual, pero a partir de 2015 comenzamos a diseñar **talleres científicos inclusivos**», describe Herrero Domínguez. Eso significa que los estudiantes con diversidad cognitiva trabajan en parejas con alumnos de colegios ordinarios para realizar juntos los experimentos químicos.

Huevos fritos de color verde, máscaras de zombis o biopolímeros fabricados con almidón de patatas son las pruebas que tienen que superar los participantes. Aunque a muchos al principio les parecen difíciles, consiguen sacarlas adelante. «Les sirve como incentivo para aceptar otros retos ya que mejora su autoconfianza y su autoestima», destaca el docente.

UN EMPUJÓN ECONÓMICO Todos estos proyectos han aparecido en las Jornadas de Divulgación Innovadora D+i, que reúnen en Zaragoza iniciativas pioneras en la divulgación.

Pilar Perla, responsable del suplemento Tercer Milenio del Heraldo de Aragón, es su coordinadora. «Si miramos a esos lugares que no acabamos de alcanzar, nos encontraremos con las personas con discapacidad, los sectores **desfavorecidos**, los habitantes del **medio rural**, las **niñas** que no se

Modelos táctiles de los astros acercan el universo a personas con discapacidad visual

La convocatoria D+i TOP financia iniciativas de divulgación dirigidas a públicos más alejados

Los talleres científicos inclusivos mejoran la autoestima de los estudiantes con diversidad cognitiva



apuntan a los talleres de tecnología o esa mayoría de encuestados que no incluye la ciencia entre sus intereses», enumera Perla.

Las jornadas han evolucionado para dar lugar a la convocatoria D+i TOP, que apoya económicamente iniciativas dirigidas a públicos más alejados. De las 89 candidaturas de la primera edición, tres consiguieron financiación. «Recibir casi noventa proyectos en una primera convocatoria fue una sorpresa que constata que ya hay un cambio de mirada, incluyendo a nuevos públicos», recalca la periodista.

EVITAR EL ENFOQUE PATERNALISTA El también periodista Raúl Gay ve muy positivo acercar la ciencia a la discapacidad. Él nació con focomelia, una enfermedad rara cuyo principal rasgo es un acortamiento de las extremidades. Eso no le ha impedido licenciarse en Ciencias Políticas, tener un máster

de Periodismo, ejercer en varios medios y hoy ser diputado de Podemos en las Cortes de Aragón.

El año pasado publicó *Retrón. Querer es poder (a veces)*, un ensayo sobre discapacidad que está en las antípodas de los libros de autoayuda. Como periodista es consciente de que adaptar una noticia para que llegue a todo tipo de público es complicado y por eso apuesta por un **cambio de enfoque**.

«Tengo la sensación de que los medios se centran en el lenguaje en lugar de pensar de forma diferente, es decir, buscar noticias con otro enfoque menos paternalista», sostiene. A su juicio, si los medios cambiaran la forma de ver la discapacidad, desmontando **mitos como el de la superación**, el siguiente paso sería adaptar todo lo posible los contenidos. Y ese reto lo tiene también la divulgación científica.

La divulgación inclusiva implica que las personas con y sin discapacidad trabajen juntas, como en este taller de LamAble. **IMAGEN** Rocio Pin-Art

Para Raúl Gay, hay que desmontar el mito de la superación y adaptar los contenidos

LA VASIJA AFRICANA PERMITE CONSERVAR ALIMENTOS FRESCOS

Un botijo frigorífico para que las niñas de Nigeria puedan ir a la escuela

ALEJANDRO MUÑOZ | 25 JUNIO 2018

El mecanismo del botijo solo necesita agua, arcilla y un clima seco y caluroso para funcionar. Eso lo sabe bien el catedrático Gabriel Pinto, que en los 90 describió las ecuaciones del recipiente más castizo. Ahora, su alumna Carla Ortiz ha estudiado su aplicación en una vasija llamada *pot in pot*, que se utiliza en África para conservar las verduras. Incluso refrigera los viales de insulina.

El botijo es uno de los símbolos españoles más castizos. Su funcionamiento se basa en un principio tan antiguo como eficaz: el **botijo suda para enfriar el agua de su interior**.

En la década de los 90, Gabriel Pinto cuantificó –junto a su compañero José Ignacio Zubizarreta– la capacidad del botijo para disminuir la temperatura del agua que contiene, mediante modelos teóricos y experimentales. Ambos eran profesores del departamento de ingeniería química en la Universidad Politécnica de Madrid,

aunque Zubizarreta ahora está jubilado.

«No pretendíamos descubrir ni patentar nada», explica Pinto en su laboratorio de la universidad. «Nuestro estudio se publicó en una revista para la enseñanza de la ingeniería química y lo que buscábamos era ofrecer una herramienta didáctica. El enfriamiento del agua del botijo –por transferencia de calor y masa– es un tema de estudio en la ingeniería química».

Pero este sistema no solo se conoce en España. En Nigeria, el

inventor Mohammed Abba aplicó el enfriamiento evaporativo –el mismo principio termodinámico– para crear el *pot-in-pot*. Se trata de meter una vasija de barro dentro de otra más grande, separando ambas con arena mojada y tapándolas con un paño. En árabe, el invento es llamado ‘**zeer**’.

Como la arena que separa las vasijas está mojada, el agua tiende a salir por los poros de la vasija en contacto con el aire seco –al igual que en el botijo– y mediante su evaporación refrigera el interior. Esta innovación hizo



Gabriel Pinto y Carla Ortiz han estudiado la refrigeración por evaporación de agua en el botijo y en el *pot-in-pot*. **IMAGEN** Olmo Calvo, SINC

El *pot-in-pot* y el botijo son sistemas de refrigeración ecológicos, que no necesitan electricidad

merecedor a Abba del premio de la marca Rolex.

Gracias a las propiedades para conservar alimentos de este dispositivo, las niñas de algunos poblados de Nigeria pudieron ir al colegio. Sin el invento, estaban obligadas a recoger espinacas de forma diaria, que se suelen vender para contribuir a la economía familiar.

«Este tipo de espinaca solo aguantaba fresca una jornada, debido a las altas temperaturas. Dentro del *pot-in-pot* duraba varios días. El ingenio hace incluso posible conservar viales de insulina», explica Pinto.

TRADICIÓN INVESTIGADORA EN VASIJAS POROSAS El verano pasado, la alumna Carla Ortiz, de E.T.S.I. Industriales, reprodujo el experimento

de Abba para su trabajo de fin de grado (TFG). La estudiante de ingeniería buscaba comprobar mediante modelos teóricos y experimentales el funcionamiento del *pot-in-pot*, como ya hiciese su tutor Gabriel Pinto con el botijo 25 años atrás.

Para Carla Ortiz, su trabajo (que codirigió el profesor Ismael Díaz Moreno) también se planteó con una finalidad académica. El estudio duró dos meses y en su fase experimental comparó el estado de los alimentos dentro y fuera del dispositivo durante dos semanas. En el exterior, la temperatura superaba los 40 grados, –los de aquel caluroso julio de 2017– pero en el interior del *pot-in-pot* había unos 20 grados.

Tras ocho días, los vegetales que habían sido depositados den-



La ingeniera Carla Ortiz hace pruebas con el *pot-in-pot* en el laboratorio. **IMAGEN** Olmo Calvo, SINC

Gracias al *pot in pot*, niñas de poblados de Nigeria pudieron ir al colegio en lugar de recoger espinacas cada día

tro del *pot-in-pot* se encontraban en buenas condiciones para su consumo. Por el contrario, las espinacas, zanahorias, tomates y berenjenas fuera del dispositivo se habían echado a perder.

El *pot-in-pot* y el botijo comparten un sistema de refrigeración ecológico, que no necesita electricidad. Tan solo precisa de agua, arcilla, arena y un clima adecuado.

EL COMPLEJO MECANISMO Gabriel Pinto forma parte del Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de su facultad. También es divulgador y reconoce que cuando recorre diferentes congresos internacionales por Europa «es más fácil llevar en la maleta un botijo que un montón de reactivos». El botijo es un ejemplo para mostrar a sus estudiantes la ciencia y sus aplicaciones.

El botijo, una vasija de barro con asas y pitorro, es perfecto para alguien que está estudiando termodinámica en la universidad. Es un ejemplo de evaporación con el que se pueden aprender conceptos como la denominada temperatura de bulbo húmedo, un parámetro que depende de la temperatura del aire, su humedad relativa y la presión atmosférica. «Su resolución no es sencilla: son ecuaciones diferenciales que hay que resolver por métodos numéricos», explica Pinto.

Hasta hace 25 años no existía ningún estudio científico que explicara por qué el botijo puede disminuir la temperatura del agua en los fuertes calores del verano y hasta qué punto es capaz de hacerlo.

«En este balance térmico, por una parte, el agua se va refrescando

porque se evapora, pero también se está calentando –por efecto del calor del aire– donde el botijo está seco. Por un lado se calienta el agua y por otro se enfría».

En realidad, el botijo es una máquina térmica que funciona igual que el cuerpo humano. La arcilla porosa ‘suda’ para refrescar el agua del interior, del mismo modo que nosotros lo hacemos para eliminar toxinas y refrescarnos. «También existen botijos barnizados. En este caso, el agua no se enfría porque no sale por los poros para evaporarse», indica Pinto.

«Pero el agua no se enfría eternamente, porque en ese caso llegaría a congelarse. El límite de la capacidad de enfriamiento depende de la temperatura húmeda del aire, que se mide con la **temperatura de bulbo húmedo**». Estos parámetros indican la humedad relativa del aire, que en la península ibérica varía, por ejemplo, del interior a la costa.

EL BOTIJO EN EL MUNDO Como depende de la humedad del aire externo, el botijo tampoco funciona igual en todos los lugares del planeta. Si el calor es húmedo, el botijo no enfría. Por este motivo, este instrumento no es muy conocido en otros países: «En un congreso internacional, un estadounidense me preguntó una vez por dónde se metía la pajita».

«El clima mediterráneo es una excepción en el mundo porque se caracteriza por un verano seco». Para conocer en qué lugares podría funcionar el mecanismo del botijo, el profesor Andrés Martínez de Azagra, de la Universidad de Valladolid, elaboró un mapa para *Journal of Maps* con los países con condiciones

potencialmente adecuadas para su funcionamiento.

«Por eso, este tipo de mecanismos de refrigeración son conocidos en países como Túnez o Marruecos. Además, alguien que vive en Londres o en París tampoco necesita un botijo porque los veranos no son tan cálidos. La esencia del botijo es que alguien que estaba segando a 40 grados, en pleno verano, podía conservar agua a unos 20 grados».

Este antiguo mecanismo tiene también aplicaciones en arquitectura y en la agricultura de regadío. ¿Qué hay más eficaz que un botijo?

UN BOTIJO APLICADO AL REGADÍO Andrés Martínez de Azagra, catedrático de Hidráulica e Hidrología en la Universidad de Valladolid, también ha estudiado el funcionamiento del botijo. Pero su enfoque no ha sido la refrigeración, sino la transferencia de agua a través de la arcilla porosa para aplicarlo al riego.

En la antigüedad, los chinos y los romanos ya enterraban vasijas de barro llenas de agua cerca de algunos cultivos para regar poco a poco. Azagra se ha basado en este principio para patentar la **botella rezumadora**. Un ‘botijo de plástico’ enterrado, que sirve para regar.

Esta innovación serviría como riego de apoyo en plantas leñosas jóvenes afectadas por la sequía. «Sería como una especie de biberón para la planta, que muy lentamente distribuye un litro de agua en un mes», explica Azagra. Esto también asegura un uso eficiente del recurso hídrico.

Además, la botella rezumadora libera líquido cuando el suelo está seco, pero cuando llueve también puede captar el agua de forma autónoma. Y así no hace falta llenarla.

El enfriamiento del agua del botijo es un tema de estudio en la ingeniería química

Si el calor es húmedo el botijo no enfría, por eso no es muy conocido en otros países

RANDY SCHEKMAN, PREMIO NOBEL DE MEDICINA EN 2013

«Los factores de impacto de las revistas científicas son *fake news*»

EVA RODRÍGUEZ NIETO | 27 JUNIO 2018

El biólogo celular estadounidense Randy Schekman (Minnesota, 1948) ganó en 2013 el Nobel de Medicina. Aprovechó la ocasión para criticar duramente la burocracia científica y el sesgo en las publicaciones más populares, movidas por intereses comerciales. Schekman continúa en esta lucha a la vez que avanza con sus estudios, en los que busca explorar nuevas áreas «a mi propio ritmo, siguiendo mi propia intuición».

Usted investiga los exosomas. ¿Qué son?

En la mayoría de las células de nuestro cuerpo, pequeñas vesículas transportan proteínas y lípidos. Las vesículas extracelulares, también denominadas exosomas, no son solo portadoras de proteínas, sino que contienen además pequeñas piezas de ARN que pueden controlar la expresión de los genes dentro de las células.

Dice que pueden revolucionar la biomedicina. ¿De qué forma?

De varias maneras. Cuando existe una enfermedad como el cáncer, el patrón de producción de estas vesículas extracelulares cambia y un pequeño tipo de ARN en ellas también. Esas moléculas de ARN podrían servir para predecir el desarrollo de tumores antes de que aparezca cualquier síntoma.

¿Cómo se haría el diagnóstico?

La esperanza es extraer la información de una muestra de sangre en una prueba rutinaria. Este pequeño ARN en los exosomas

debería ser suficiente para diferenciar a una persona sana de otra enferma mucho antes de que la enfermedad le provoque síntomas. Así, cuando vas al médico para hacer un análisis, esta sería una de las pruebas que te harían. Si detectaran estos cambios, se podría comenzar un tratamiento.

¿Serviría solo para el desarrollo de nuevos fármacos o también para la prevención del cáncer?

El objetivo es intervenir terapéuticamente si se observa algún cam-



bio que sugiera la enfermedad y tal vez, con el tiempo, también para prevenirla. Muchas compañías biotecnológicas ya están explorando los gases nucleares que están en las vesículas extracelulares en diferentes tipos de cáncer.

¿Y en un tumor avanzado?

Las vesículas extracelulares producidas por un tumor primario pueden moverse en el torrente sanguíneo y ser absorbidas por diferentes tejidos. Algunos los modifican de tal manera que se convierten en un receptor ideal para que un tumor primario migre y se establezca, provocando metástasis. Si se halla una manera de intervenir para bloquear la producción o la orientación de esta vesícula extracelular, tal vez se podría prevenir el cáncer metastásico en el futuro.

¿Es una técnica exclusiva para el cáncer?

Hay otras dolencias que pueden

ser diagnosticables de esta manera. De nuevo, los cambios en las células enfermas que las causan o los diferentes tipos de ARN, se pueden observar muy pronto en el desarrollo de la enfermedad. Cuanto antes se pueda intervenir, más fácil será el tratamiento.

¿Qué avance médico le gustaría que se produjese en este siglo?

El mayor peligro ya no es tanto el cáncer –porque estamos logrando progresos– como las enfermedades neurodegenerativas. Mi esposa murió de párkinson hace un año y sufrió demencia durante mucho tiempo. Una vez que la demencia se establece, es una carrera cuesta abajo. Puedes tratar algunos de los síntomas, pero no detenerla. Se han invertido miles de millones de dólares en estas enfermedades sin resultados.

¿Qué dificultades encuentran las personas que cuidan de alguien con una enfermedad neurodegenerativa?

Randy Schekman en una imagen de archivo. IMAGEN Lindau Nobel

«La esperanza de mi investigación en exosomas es que con una muestra de sangre se pueda diferenciar a una persona sana de otra enferma»

«El mayor peligro actual no es tanto el cáncer como las enfermedades neurodegenerativas», afirma Schekman, cuya esposa murió de párkinson

«El factor de impacto diario mide la popularidad, no el conocimiento»

Es muy costoso cuidar a los pacientes. La atención primaria para alguien que padece demencia puede llevar a las familias a la bancarrota. A medida que la población envejece, estas enfermedades se vuelven más comunes, sin embargo, todavía no hay tratamientos efectivos. Las compañías farmacéuticas que invirtieron miles de millones de dólares en programas de investigación han dejado de hacerlo porque no ven resultados económicos. Ahora están resurgiendo iniciativas por parte de gobiernos, agencias privadas y entidades filantrópicas para invertir en el desarrollo de mejores terapias.

Ha sido muy crítico con las publicaciones científicas de pago. ¿En qué momento cambió su forma de pensar sobre estas revistas?

Sucedió con el tiempo. Hace doce años me convertí en editor de la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. La revista se mide por un número llamado factor de impacto diario, que básicamente mide la popularidad. Este índice fue creado con la idea de que los bibliotecarios lo usaran solo para decidir a qué revistas suscribirse. No está pensado para ponderar el conocimiento, por lo que es completamente inapropiado.

¿Qué alternativas existen?

Las revistas, particularmente las comerciales, se basan en el factor de impacto diario para vender. Contratan editores profesionales para que tomen decisiones sobre qué artículos se revisarán y qué artículos se publicarán. Sacan a la luz estudios importantes pero creo que estos editores no están cualificados para juzgar cono-

cimientos realmente originales. Desafortunadamente, su política y su plan de negocio favorecen el uso de este tipo de expertos en lugar de académicos para tomar la decisión final sobre qué trabajo se publica. En mis años como editor de *PNAS* aumentó mi preocupación y decidí crear una nueva revista, *eLife*, para combatir el uso de este factor de impacto.

¿Cómo miden en *eLife* la calidad de los estudios?

Tenemos académicos en una junta editorial. Ellos deciden, basándose en su conocimiento, qué contribución es importante. Es una revista selectiva, pero no tan ridículamente como *Nature* o *Science*. Estamos tratando de reducir la influencia de las revistas comerciales y es una lucha muy difícil. El uso del factor de impacto numérico está profundamente arraigado en la cultura de los académicos, los gobiernos, las agencias de financiación y los equipos. Cuando gané el Premio Nobel decidí usar mi posición para hacer una declaración pública y, de repente, la gente me escuchó.

¿Ha encontrado apoyo de sus compañeros de profesión?

Sí, muchas personas están de acuerdo conmigo, pero la mayoría se sienten impotentes para hacer algo al respecto. Yo viajo por todo el mundo, hablo con personas en posición de poder y trato de persuadirlas. El factor de impacto en sí para mí es un número falso, es una *fake news*.

¿Por qué unas investigaciones se ponen más de moda que otras?

Es una decisión muy personal del científico. A algunas personas les gusta trabajar en áreas populares



Schekman, con su medalla Nobel. IMAGEN Nobel Prize

«Las revistas comerciales son muy poderosas porque tienen marcas muy fuertes»

para poder publicar en estas conocidas revistas. Otros prefieren trabajar por su cuenta en algo nuevo. A mí nunca me ha gustado dedicarme a temas en los que otras personas ya están trabajando. Prefiero ir a mi propio ritmo, siguiendo mi propia intuición y no estar condicionado por otros factores. El área de las vesículas extracelulares tiene mucho potencial, pero la mayor parte de los

estudios existentes no poseen la calidad que esperaba. Creo que con mi experiencia en bioquímica puedo hacer un buen trabajo para comprender su funcionamiento.

¿Cree que el movimiento *open access* es el futuro?

Sí, cada vez más personas publicarán en acceso abierto. Pienso que es importante para difundir la ciencia hecha con inversión

pública, pero no es el único problema que existe. De nuevo, las revistas comerciales y editores como Elsevier y Springer son muy poderosos porque tienen marcas muy fuertes. No van a renunciar a la lucha por los ingresos, obviamente tienen fines lucrativos, lo cual es totalmente lícito. No estoy en contra de eso, pero solo si lo que hacen es un producto mejor. Yo no creo que lo sea.

Salud pública con orgullo: ¿hay igualdad en el trato al colectivo LGTB?

VERÓNICA FUENTES | 07 JULIO 2018

¿Responderías a las preguntas de tu médico sobre tu orientación sexual? Hay quienes no lo harían por miedo a un trato desigual. Estos datos pueden ser indispensables para prestar una atención adecuada a los pacientes y, sin embargo, no suelen tenerse en cuenta en las consultas. Hasta un 20 % de los gais, lesbianas, bisexuales y transexuales en España se sienten discriminados en la sanidad.



El colectivo LGTB+ tiene resistencia a ir al médico o a pedir pruebas. Esto trae consigo un retraso diagnóstico. **IMAGEN** Cinta Arribas, SINC

«El modelo sanitario actual adopta una sexualidad coitocéntrica, reproductiva y heterosexista», apunta Guillermo López, de la ONG Apoyo Positivo

A finales de 2017, el Sistema Nacional de Salud de Inglaterra publicó una guía que recomendaba a los profesionales preguntar a todos los usuarios sobre su **orientación sexual** para mejorar su atención a los no heterosexuales.

Meses más tarde, un estudio publicado en el *British Medical Journal* incidía en estas recomendaciones. Los autores, investigadores del Imperial College de Londres, concluyeron que todos los pacientes deberían ser preguntados al respecto.

«Algunos médicos y pacientes han expresado su preocupación sobre esta política, citando razones como intrusión o invasión de la privacidad, temor a ofender, dudas sobre la relevancia o seguridad de los datos», afirma Richard Ma, uno de los expertos.

«Si bien entiendo estas preocupaciones, la falta de acción socava

los **derechos de los pacientes LGTB+** para conseguir la mejora en la atención médica», añade Ma. «Si no los valoramos, en la práctica ellos no cuentan».

Para los científicos del estudio inglés, un buen paso sería introducir el monitoreo de la orientación sexual en los sistemas de salud y de atención social, ya que hay especificidades que no se evalúan. ¿Cuál es la situación en España?

«La orientación sexual es una característica especialmente protegida por la **ley de protección de datos**. Asimismo, el Código Penal de 2015 recoge el delito de la discriminación por esta causa», explica Christian Gil Borrelli, investigador en el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII).

Gil Borrelli, que trabaja en la cuantificación y tipificación de lesiones por violencia de odio atendidas en Urgencias de la Co-

munidad de Madrid, subraya cómo no preguntar al respecto podría suponer un trato discriminatorio al no brindar así una atención adecuada. «Sin embargo, es lo que ocurre de manera sistemática en consulta», apunta.

NECESIDADES DE SALUD LGBT+ Según Guillermo López, de la ONG Apoyo Positivo, España no es un país especialmente complicado para ser población LGBT+. «Sin embargo, seguimos encontrando que muchos chicos y chicas tienen problemas a la hora de visibilizarse como tales dentro de la consulta. Les genera cierta ansiedad».

«Esto es porque tenemos una sexualidad coitocéntrica, reproductiva y heterosexista que es la que adopta el modelo sanitario actual. Esto fomenta un modelo que purga a buena parte de los usuarios», apunta. «La situación básica es la **invisibilización**: lo que no se nombra, ni se reconoce, ni existe».

López, que da apoyo desde el Servicio de Prevención y Diagnóstico Precoz de VIH y otras infecciones de transmisión sexual (ITS) en centros de **atención primaria**, insiste en que la orientación sexual no se suele preguntar incluso si una persona solicita pruebas de VIH o llega a consulta con una ITS.

Muchos hombres **gays** o **bisexuales** tienen problemas para solicitar la prueba del VIH por miedo a que su médico les pregunte. Muchas **mujeres que tienen sexo con mujeres** no reciben toda la información que necesitan desde ginecología.

Mercedes Herrero Conde, ginecóloga que trabaja en HM Hospitales, indica que en su especialidad es fundamental conocer la orientación sexual. «Solo que

a veces se pregunta mal. Debería estar incluida en la entrevista sin dar por hecho la heterosexualidad. Hay que normalizar».

Las personas **transexuales** tampoco sienten que los espacios sanitarios sean amigables. Presentan indicadores de salud mucho más negativos que el resto de la población ya que acuden al médico cuando se encuentran especialmente mal.

«Muchas no quieren ir a las unidades de tratamiento de identidad de género por falta de confianza», denuncia López. «La consecuencia es que las personas LGBT+ tienen **resistencia a ir al médico** o a pedir pruebas y esto trae consigo un retraso diagnóstico».

Para Toni Alba, especialista de la Federación estatal de lesbianas, gays, transexuales y bisexuales (FELGTB), «aún falta formación y sensibilidad en el personal sanitario. Hay cuestiones que quizá no se plantean, como es que un hombre *trans* pueda necesitar ir a consulta ginecológica».

ACABAR CON LAS DESIGUALDADES En 2013, una encuesta elaborada por FELGTB revelaba que hasta un 20 % de los usuarios LGBT+ se habían sentido discriminadas en el ámbito sanitario. «El colectivo se enfrenta a **barreras adicionales** construidas por el **prejuicio** y la **discriminación** que impiden desarrollar el máximo estado de salud y bienestar», revela Gil Borrelli.

Esta LGTBfobia tiene diversas manifestaciones: **presunción de heterosexualidad**, asunción de prácticas sexuales de riesgo o consumo de alcohol y drogas en hombres gays y bisexuales; negación de la salud sexual y reproductiva en las mujeres **lesbianas**

Varias mujeres participan en la marcha conmemorativa por el Día Internacional del Orgullo LGBT+ del pasado 28 de junio en Managua (Nicaragua). **IMAGEN EFE**

Las personas *trans* presentan indicadores de salud mucho más negativos que el resto de la población; acuden al médico cuando se encuentran muy mal

El colectivo con VIH muchas veces se siente juzgado, estigmatizado y discriminado en atención sanitaria



y bisexuales o la centralización de la atención a personas *trans* en unidades especializadas.

«Esto mantiene al colectivo en **redes asistenciales paralelas** cuando muchos de sus problemas pueden ser atendidos en atención primaria. Esta no integración conduce a que haya una **falta de habilidades** en el trato del personal sanitario, dando lugar a situaciones como, por ejemplo, llamar a la persona por su nombre de nacimiento y no por su nombre social», expone Gil Borrelli.

Por su parte, Guillermo López señala que las mayores quejas vienen de personas con **diagnósticos VIH**. «El problema es que no se protesta por los comentarios fuera de lugar y así se invisibilizan

estos comportamientos. A veces vemos sanitarios que se ponen **doble guante** cuando tratan a una persona con VIH de carga viral indetectable».

El experto comenta que en atención especializada existe un protocolo implícito según el cual se atiende a la persona con VIH en último lugar aunque haya sido citada antes: «El colectivo con VIH, que ya sufre bastante culpa, muchas veces se ha sentido **juzgado, estigmatizado y discriminado** en atención sanitaria».

FORMAR PARA 'CURAR' MEJOR Es importante introducir la formación del personal sanitario en diversidad sexual, de género y familiar. «En la mayoría de casos a los

médicos no se les prepara para abordar la **educación y salud sexual**. No todo tiene que seguir un patrón homogéneo, hay que ser un poco más flexible», valora Herrero Conde.

Los profesionales deben afrontar la relación con el paciente LGTB+ desde la confianza y el respeto para que este compruebe que es positivo **visibilizarse en la consulta**; que son espacios donde se acepta, se comprende y se promueve la diversidad afectivosexual.

En definitiva, no solo se necesitan leyes que defiendan los derechos de esta población. Hay que acabar con el estigma en las consultas (y en las calles) que puede provocar, en última instancia, una peor salud.

EL INVESTIGADOR VINAY PRASAD ES EL AZOTE DE LA MEDICINA INEFICAZ

«El 40 % de lo que hacemos los médicos es incorrecto»

JESÚS MÉNDEZ | 09 JULIO 2018

Vinay Prasad es un oncólogo sin complejos. No le tiemblan la voz ni el pulso a la hora de criticar toda una serie de prácticas médicas que deberían corregirse. Tratamientos y pruebas ineficaces, intereses económicos, ensayos clínicos inadecuados... En su opinión, solo una mejor ciencia podrá dar lugar a una mejor medicina.



El oncólogo Vinay Prasad.
 IMAGEN Universidad de Oregón

Tiene apenas 35 años y ya le definen como el nuevo *enfant terrible* de la medicina. Vinay Prasad es un **oncólogo** especializado en **hematología** y profesor en la universidad de Oregón, en los Estados Unidos. Coautor del libro *Ending Medical Reversal*, se erige como uno de los azotes de la medicina.

Recientemente ha estado presentando sus ideas en Barcelona, en el hospital Clínic y en unas jornadas organizadas por la Agencia de Calidad y Evaluación Sanitaria de Cataluña. El título de su presentación coincide con el de este artículo y deja pocas dudas sobre su enfoque: «El 40 % de lo que hacemos es incorrecto».

«No pretendo convencer de la cifra exacta. Puede que no sea

exactamente el 40 %. Lo que quiero es alertar sobre lo que sugiero», comienza. Con incorrecto se refiere a todo tipo de práctica médica, ya sean **medicamentos**, **cirugías**, **pruebas diagnósticas** que, o bien no son mejores que las anteriores (pero sí más caras), o no son eficaces, o incluso son peores que no hacer nada.

La cifra proviene de un estudio del año 2013 en el que él mismo participó y que dio la vuelta al mundo. En él analizaron 363 artículos publicados durante diez años en la revista médica más prestigiosa, *The New England Journal of Medicine*, que evaluaban si una nueva práctica médica era mejor que aquella a la que había sustituido. De ellos, 146 (el 40,2 %) encontraba que no,

En 2013, al comparar prácticas médicas actuales frente a las anteriores, se encontró con que en el 40,2 % de los casos las nuevas eran peores

«Tanto los médicos como los pacientes nos engañamos a nosotros mismos. Además, hay otra cuestión: no se realizan los estudios correctos»

que la nueva resultaba ser peor que la anterior.

«Pensamos que con los cambios en medicina sucede como con los coches o los teléfonos, que siempre van a mejor. Y es cierto, pero solo parcialmente. Los libros de medicina parecen escritos por los vencedores», denuncia.

¿CUÁLES SON LAS CAUSAS? «En ciertos casos es porque recibimos **incentivos económicos**, pero la mayor parte de las veces nos convencemos de que algo funciona y lo corroboramos con evidencias anecdóticas –explica–. Tanto los médicos como los pacientes **nos engañamos a nosotros mismos**. Además, hay otra cuestión: no se realizan los estudios correctos».

Prasad es tremendamente crítico con la forma en que las novedades llegan a la práctica clínica. En su opinión, a veces se incorporan basándose en estudios débiles que, aun plausibles científicamente, no demuestran que sean útiles.

En otras ocasiones los **ensayos clínicos** no se han realizado como deberían. Además de la opacidad –muchos de los que tienen resultados negativos no se publican–, según Prasad suelen diseñarse para aumentar las probabilidades de éxito y eso lleva a que su eficacia sea menor en condiciones reales. Y, en su inmensa mayoría, son realizados por la propia **industria**. «Es como si yo fuera pintor y me presentara a un concurso en el que también soy el jurado. Seguramente ganaré ese concurso».

El año pasado, un artículo en la revista BMJ hizo saltar la voz de alarma. Mostró que hasta el 50 % de los fármacos contra el cáncer que se aprobaron en Europa en-

tre 2009 y 2013 no mejoraban la supervivencia ni la calidad de vida. Sin embargo, todos habían mostrado eficacia en los ensayos clínicos previos a su comercialización y, en general, se vendían a precios elevados.

Prasad critica el diseño de estos ensayos, basados en **variables intermedias** y no en el objetivo final. Por ejemplo, como se tarda mucho tiempo en estudiar si un fármaco mejora la supervivencia, se analiza si retrasa el momento en que el cáncer progresa o vuelve a aparecer. «Pero se ha demostrado que esto no significa que el paciente vaya a vivir más tiempo. Ni siquiera que aumente su calidad de vida, aunque suene contraintuitivo».

MÁS EVALUACIONES INDEPENDIENTES

Dispara también contra lo que muchos consideran la esperanza contra el cáncer: la **medicina personalizada de precisión**. En un controvertido artículo en la revista *Nature* llegó a decir que se trataba de un espejismo. Sus críticos denunciaron su temeridad: de momento, no es la panacea, pero ha dado resultados muy positivos en tumores como ciertas leucemias, de mama o de pulmón.

«Yo me refería más bien a la nueva corriente que busca secuenciar la **genética completa del tumor** y a partir de ahí buscar un fármaco dirigido. Pero también abarca casos como estos. Solo pueden aplicarse en un 9 % de los pacientes y disminuyen el tamaño del tumor en el 5 %».

¿Cree entonces que ha sido un error poner tantas esperanzas y recursos en este tipo de terapias? «Nos movemos por modas sin saber lo que va a ser eficaz en el futuro. Cuando James Alli-

«En biomedicina nos movemos por modas sin saber lo que va a ser eficaz en el futuro»

«Los médicos me invitan a dar conferencias porque están de acuerdo conmigo, aunque no lo confiesen»

son empezó sus estudios sobre la **inmunoterapia** le dijeron que era una locura. En lugar de concentrarnos tanto en un área deberíamos mantener abiertos varios enfoques durante el tiempo suficiente», asegura.

Prasad reclama más evaluaciones. «Las novedades que se introducen en la práctica clínica deberían examinarse mediante ensayos clínicos sistemáticamente, empezando con lo más utilizado y lo más caro, y evitando conflictos de interés». Una vez identificadas, las **prácticas ineficaces** deberían cambiarse.

MÉDICOS Y PACIENTES Sobre todo, los ensayos clínicos que justifican la aprobación de una práctica clínica deberían ser mejores y realizarse «por una **agencia independiente**, no por la industria». Sobre su altísimo coste, Prasad opina que se han hinchado por motivos burocráticos y pueden hacerse de forma más barata.

¿Qué pensarán los pacientes si se les cambian prácticas o tratamientos habituales porque no eran eficaces? El riesgo de perder su confianza es muy alto. Prasad admite que es un tema delicado, pero, en su opinión, «la gente es inteligente, solo que muchas veces está desinformada. Los médicos debemos ser honestos y explicar cómo funciona la ciencia. En el fondo es un tema de **cultura científica**. Y, ante todo, debemos ser más humildes en lo que hacemos».

¿Y el resto de la comunidad médica? «Está claro que es algo controvertido, pero creo que la reacción es positiva porque me siguen invitando a dar conferencias en sitios importantes (sonríe). Una vez un compañero me dijo que la razón por la que no están de

acuerdo pero me siguen invitando es porque secretamente sí lo están, aunque no lo vayan a confesar».

EJEMPLOS E INICIATIVAS Los ejemplos de prácticas médicas ineficaces o de poco valor son numerosos, pero dos suelen ser los más comentados. Uno de ellos es el uso de **terapia hormonal sustitutiva en mujeres posmenopáusicas**, que se generalizó en los años 80 y 90. Como los estrógenos parecían proteger la salud cardiovascular, la lógica científica inicial y los primeros estudios epidemiológicos hicieron que se emplearan en millones de mujeres. Sin embargo, un potente trabajo del año 2002 mostró que la terapia no solo no protegía, sino que podía ser perjudicial. La recomendación se retiró.

El otro ejemplo tiene que ver con los **enfermos coronarios** pero estables, en los primeros momentos de la enfermedad. En ellos tiende a colocarse un **stent**, una suerte de muelle que mantenga abierta la arteria estrechada. Aunque la operación tiene también una lógica básica, un estudio del año 2007 no encontró beneficios respecto al tratamiento con pastillas habitual. A pesar de ello, se siguen colocando hoy en día a un ritmo similar.

En los últimos años han surgido diversas iniciativas que tratan de centralizar y mejorar la búsqueda de estas prácticas de poco valor. Algunas de ellas son la plataforma Choosing Wisely («Elegir sabiamente») o la sección Less is more («Menos es más») de la revista *JAMA*. En España se encuentra la web de consultas DianaSalud, de la que forma parte la iniciativa MAPAC (Mejorar la Adecuación de la Práctica Asistencial y Clínica).

MARIA ANTÒNIA CANALS, PEDAGOGA DE LAS MATEMÁTICAS

«Los maestros tienen que escuchar más a los niños»

ENRIQUE SACRISTÁN | 14 JULIO 2018

Hay que ser francos con niños y niñas, tener en cuenta lo que dicen y nunca olvidar que el juego es lo primero. Esto es lo que ha aprendido Maria Antònia Canals (Barcelona, 1930) después de dedicarse a la educación infantil en matemáticas desde los años 50. Hoy, en la Universidad de Girona, esta maestra de maestros comparte los materiales que ha creado durante toda una vida.

«He olvidado nombres de personas y lugares, como las montañas que escalaba de joven, pero me acuerdo de todo lo que hay dentro de esta habitación», comenta la veterana maestra Maria Antònia Canals cuando nos recibe en su Gabinete de Materiales y de Investigación de la Matemática en la Escuela (GAMAR), situado en la biblioteca de la Universidad de Girona, donde es profesora emérita. Las muletas que usa y su salud delicada no pueden competir contra su carácter.

Las estanterías del pequeño despacho están repletas del **material didáctico** que ha desarrollado a lo largo de su vida: coloridos bloques de madera, regletas nu-

méricas, botes con caramelos de mentira, un pequeño tenderero, tapones, bobinas de hilo, cintas de medir, piezas de cartulina... Sus métodos se derivan de los **movimientos de renovación pedagógica** del siglo XX y proponen una didáctica de las matemáticas basada en **la manipulación y el juego**, sin olvidar las particularidades de cada alumno.

El gabinete se creó en 2001 con la dotación del premio Jaume Vicens Vives a la docencia universitaria que la Generalitat de Catalunya otorgó a Canals. Es el entorno perfecto para repasar la vida de esta profesora emérita de la Universidad de Girona y conocer sus consejos para otros maestros.

Nació en Barcelona en noviembre de 1930. ¿Tiene recuerdos de la Guerra Civil?

Yo era una niña y al principio no entendía bien por qué la gente gritaba «¡bombas, bombas!» y se volvía loca. Íbamos a unos refugios que a mí me parecían fantásticos. Un día vi una casa convertida en escombros y mi madre me explicó que eso es lo que hacían las bombas. Así entendí lo malas que eran. Entonces no sentí miedo, pero sí después, durante el franquismo, sobre todo el día que policías armados con metralletas enormes nos rodearon en el palacio de deportes de Montjuïc mientras cantábamos *L'Estaca* de Lluís Llach.



La veterana Maria Antònia Canals, maestra de maestros de infantil y primaria que enseñan matemáticas. IMAGEN Pere Duran, SINC

«El juego es la primera asignatura de los más pequeños», dice Canals

«Los seguidores de Maria Montessori convirtieron su método pedagógico en una forma de ganar dinero, con escuelas carísimas y elitistas»

¿Cuándo decide dedicarse a la enseñanza infantil?

A principios de los años 50 estudié Magisterio por libre en la Escuela Normal de Tarragona, y Ciencias Exactas en la Universidad de Barcelona. Lo suyo es que me hubiera puesto a dar clases a los de bachillerato, pero nunca me han interesado. Los pequeños, sin embargo, me parecen formidables y decidí trabajar con ellos. Para mí son los que piensan más y mejor. También influyó que mi abuela y mi tía eran maestras. Esa tía había ganado un concurso para formarse varios meses en Italia con Maria Montessori, la precursora del método educativo que lleva su nombre y que puso en marcha en un barrio desfavorecido de Roma. Tengo una foto sentada sobre su falda durante su estancia en Barcelona.

¿Puso en práctica este método cuando comenzó a trabajar?

Sí. Lo seguí en mi primer trabajo

como maestra en la Escuela Thailita de Sarrià, donde estuve hasta 1962. Aquel año, ante la llegada de miles de migrantes a Barcelona, decidí que algo había que hacer con tantos niños sin escolarizar. En un humilde barracón del barrio de Verdum abrí la Escuela Ton i Guida. Empecé con 40 niños un poco gamberros pero, poco a poco, yendo a su terreno, razonando con ellos y jugando, logramos que dejaran de escupir o gritar en clase. En esta escuela, que llegó a tener más de 400 alumnos, tuve una crisis con Montessori porque algunos de sus materiales numéricos no funcionaban, por ejemplo sumar con bolitas olvidando el valor del espacio que ocupan en un alambre, como me hicieron ver los propios niños.

¿Entonces ya no es partidaria de esta metodología?

El respeto profundo de Montessori por los niños nadie lo ha superado.

Su esencia es el respeto por cada niño o niña, pero esto no es enseñar matemáticas exactamente. De hecho, ella estudio Medicina, no sabía muchas matemáticas. No estoy de acuerdo en algunos aspectos como el planteamiento de la numeración, por ejemplo. Además, después de su muerte, sus seguidores convirtieron el método pedagógico en una forma de ganar dinero. Sus escuelas son carísimas y elitistas.

¿Cómo hay que trabajar entonces con los niños? ¿Cuál es su consejo para los maestros?

Lo primero, hay que ser francos con ellos, porque lo notan. Quizá este es mi último mensaje pedagógico: si nosotros no les decimos ninguna mentira, ellos responden, aunque lo hagan cada uno a su manera. También es muy importante saber escuchar y tener confianza en los alumnos, sin perder la autoridad. Ellos se dan cuenta de si el maestro les escucha o no, y creo que la mayoría de los profesores no lo hacen. Además, hay que recordar que no es lo mismo enseñar que conseguir que se aprenda de verdad.

Y los materiales que ha creado ayudan en esa tarea...

La acción de los niños y niñas sobre estos materiales es la que genera conocimiento, junto al apoyo del educador y la respuesta verbal de los alumnos. Los cuadernos y dosieres donde se explica cómo crear y utilizar estos materiales –destinados al aprendizaje de las matemáticas en infantil, primaria e inicio de secundaria–, se pueden solicitar en catalán o castellano a través de l'Associació de Mestres Rosa Sensant, en la que también participo desde los años 60.

Los materiales manipulables son de distinto tipo: unos son para generar nociones o conceptos (de números, operaciones, geometría...), otros potencian capacidades o competencias matemáticas (como la lógica) y un tercer grupo son juegos o actividades que sirven para consolidar lo aprendido. No hay que olvidar que el juego es la primera asignatura de los niños.

¿Cómo acogen este material los profesores?

La verdad es que estoy muy enfadada con los maestros. Compran los libros y no los leen. Los materiales requieren un esfuerzo por parte del maestro y si no los comprenden bien, tampoco los usan correctamente. Por ejemplo, los maestros suelen colocar números en carteles para adornar el aula, lo que es una estupidez. ¿No lo ven los niños ya en los libros, en la calle, en los autobuses...? Una cosa es la cantidad y otra el número escrito. Acabo de terminar un decálogo de errores que cometen los profesores de matemáticas en infantil y ese aparece el primero.

¿No ha pensado en adaptar todo este material a las nuevas tecnologías?

Con mis materiales es mejor dejar el móvil o la tableta en la entrada del colegio. No están pensados para las nuevas tecnologías. El lenguaje matemático hay que enseñarlo y su aprendizaje depende de la edad, la personalidad y el contexto de cada alumno. Cada uno lo hace de una manera y debemos respetarlo. No es lo mismo el campo que la ciudad, por ejemplo. ¿Sabes la historia del problema de la cesta de huevos?

El tendadero para clasificar camisetas (por color, tipo de manga, número de botones, etc) es uno de los materiales más populares de Maria Antònia Canals. **IMAGEN** Pere Duran, SINC

La verdad es que no...

Un maestro le plantea a un alumno: «Tenemos un cesto con 500 huevos y vendemos 170. ¿Cuántos quedan?». El niño responde que ninguno y le suspende, pero cuando se lo cuenta a su madre, esta le pregunta: «¿Y tú qué pensaste?».

«Que nosotros vamos todos los días al mercado a vender huevos y sabemos que si pones 500 huevos en un cesto se rompen todos», responde. En este caso, la madre tiene confianza en lo que piensa su hijo. Lo que interesa es que los niños piensen, no que yo quede bien como profesora. Y fijarse en sus inquietudes, en sus particularidades... incluyendo si tienen algún tipo de dificultad.

¿También ha trabajado con alumnos con discapacidad?

Cuando trabajaba en la Escuela Toni i Guida tuve algunos, como la Mari, con síndrome de Down. Conseguimos que viniera al cole y fuera respetada por todos. También recuerdo el caso de José, que no hablaba nunca. Tenía autismo, que por aquel entonces yo ni sabía lo que era. Pero un día prestó mucho interés durante un taller de marionetas a las que los alumnos tenían que poner voz. Cuando le tocó el turno a José habló por primera vez para decir su parte del diálogo. A raíz de aquello animamos a los padres para que le llevaran a un especialista. Fue emocionante cuando 50 años después, en el aniversario de la escuela, nos reencontramos y estuve charlando con José.



Decálogo de errores al trabajar las matemáticas en infantil (3-6 años)

1. Mostrar los números escritos, grandes y muy visibles, de manera fija y persistente en el aula.
2. Reducir el conteo a solo un trabajo de memoria, con el único objetivo de recordar el nombre de unas grafías.
3. Identificar los bloques lógicos tipo Dienes con los nombres geométricos de sus formas.
4. Representar las primeras sumas con bolitas pequeñas (tipo collar) sin tener en cuenta el espacio que ocupa el alambre que las une en los extremos de cada cantidad.
5. Introducir el uso de las regletas lisas de colores para la comprensión de los números naturales antes de llegar al primer ciclo de primaria, simplemente porque son muy bonitas.
6. Descuidar el trato en profundidad de las actividades básicas en matemáticas: noción de cantidad y cambios; movimientos en el espacio; líneas, superficies y cuerpos y solución de situaciones reales, que son los verdaderos problemas.
7. Usar los materiales que resultan bonitos y caros sin ver los que de verdad tienen una relación más auténtica con la vida de la clase y los maestros consideran adecuados para cada niño, principalmente con los que tienen dificultades.
8. Olvidarnos de completar todas las actividades con la expresión verbal de los niños sobre lo que se ha hecho, lo que ha pasado, lo que hemos descubierto, etc.
9. Ser víctimas de un programa que nos habíamos trazado o nos habían impuesto.
10. No confrontar lo suficiente nuestro trabajo, éxitos y dificultades con nuestro equipo de compañeros y compañeras.

(María Antònia Canals, 2018)

¿Me puedo llevar un fósil a casa?

ALEJANDRO MUÑOZ | 28 JULIO 2018

En algunas regiones españolas, recoger y guardarse un fósil puede no tener consecuencias, pero en otras puede conllevar una sanción e incluso una detención. Paleontólogos y autoridades reclaman una legislación más precisa para proteger los fósiles en España.

Un **fósil** es un resto de la actividad de organismos del pasado que se conserva petrificado en rocas. Puede contener vestigios de seres vertebrados como dinosaurios, animales, y homínidos, invertebrados como trilobites y amonites, e incluso plantas o bacterias. Para los **paleontólogos**, estos restos tienen un valor incalculable porque dan pistas sobre el pasado de la vida en la Tierra.

En la península ibérica existen **yacimientos** muy ricos de todas las edades, solo apreciados por los científicos. «Me gustaría que la gente fuera capaz de valorar ese **patrimonio paleontológico** y aprender a cuidarlo para que lo disfruten las futuras generaciones», cuenta Graciela Delvene, investigadora especializada en fósiles invertebrados del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

«Lo mejor que podemos hacer es **dejar los fósiles donde están**, también los muy comunes. Son parte del paisaje geológico. Igual que si vamos por un pinar y vemos muchos pinos, estos forman parte del paisaje botánico», explica Luis Alcalá, director gerente de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

Un paleontólogo necesita conocer el lugar exacto donde se encuentra un resto. «El fósil fuera de su estrato, de su contexto geológico, pierde mucha información. Si lo recogemos y lo echamos al bolsillo, su valor disminuye muchísimo», avisa Alcalá.

FÓSILES COMO PIEZAS DE PUZLE Los fósiles son comparables con las piezas de un puzle. Llevarse un fragmento fundamental, sobre todo en el caso de los vertebrados,

puede suponer no poder completar un **estudio paleontológico**.

«A lo mejor la piedra que cogemos es el hueso que falta de un esqueleto que alguien está reconstruyendo científicamente», aclara Alcalá.

Por otro lado, el experto reconoce que es muy común que la gente contacte con Dinópolis para preguntar por los fósiles que encuentran, ya sea portando el propio ejemplar o mandando fotografías por correo electrónico. En los últimos años reciben cada vez más **consultas paleontológicas**.

«No debe dar vergüenza, nosotros contemplamos asesorar a aquellos que creen encontrar algo de interés. Aunque en algunos casos los descubrimientos no tengan valor científico, nos parece una labor social y de divulgación de la paleontología



que merece la pena», declara el paleontólogo.

Si el hallazgo da lugar a una publicación científica, Alcalá comenta que se suele citar a la persona que encontró el ejemplar en los agradecimientos. Gracias a la colaboración entre paleontólogos y aficionados se han realizado **importantes descubrimientos**, como el yacimiento de Las Hoyas.

Pero el científico insiste: «Lo mejor es que nos digan el lugar exacto, preferimos que no venga nadie con un fósil en el bolsillo». Aunque Dinópolis no denuncia a las personas que recogen fósiles y buscan asesoramiento, estas pueden meterse en problemas con la Guardia Civil y los servicios provinciales.

LAS LEYES QUE PROTEGEN A LOS FÓSILES
Para recoger fósiles en España es necesaria una **autorización**. Pero la legislación nacional da lugar a ambigüedad y **no regula la reco-**

lección no científica de fósiles. Las comunidades autónomas han desarrollado sus propias normas.

A escala nacional, los fósiles están regulados por la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español (LPHE) y por la Ley 33/2015 que actualiza la ley del 2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

El problema en la LPHE es que no se contempla la diferencia entre paleontología (estudio de fósiles de organismos que han habitado la Tierra) y la arqueología (estudio de las civilizaciones humanas antiguas). «La diferencia entre bien paleontológico y bien arqueológico, entre esqueleto de dinosaurio y punta de flecha romana, **no ha sido bien definida por el legislador**, y por ende tampoco su regulación jurídica ni protección», explican fuentes de la Jefatura del Seprona de la Guardia Civil.

«La inclusión de un bien como el paleontológico en el contexto de

El Seprona de Teruel incauta objetos de interés patrimonial cuando comprueba la realización de actividades prohibidas. **IMAGEN** Seprona

Los fósiles son comparables a las piezas de un puzle. Llevarse un fragmento fundamental puede suponer no completar un estudio paleontológico

La ambigüedad de la ley nacional ha hecho proliferar un mercado negro internacional, con bienes de incierta procedencia

En sitios menos protegidos, el abuso hacia el patrimonio deberá ser mayor para que la administración actúe, señala el Seprona

una ley centrada en la protección de los bienes creados por el hombre resulta, como afirma parte de la doctrina, bastante paradójica. Podría llegar a entenderse que la LPHE no ampara a todos los fósiles, sino solo a los que coinciden con la presencia del hombre, añaden. Según el Seprona, «en la práctica, hay una subordinación de la entera actividad paleontológica en la disciplina arqueológica».

Como consecuencia, la protección de una obra pictórica, por ejemplo, está mucho más clara desde el punto de vista jurídico que la protección de los fósiles. Esto se refleja en la proliferación de un mercado negro internacional con bienes de incierta procedencia.

RESTOS SIMILARES, PROTECCIONES DISTINTAS A raíz de la consulta realizada por SINC la Jefatura del Seprona ha iniciado un proceso interno para crear una **Guía de Procedimiento Técnico** que regule la actuación de las unidades del cuerpo a escala nacional. Autoridades y paleontólogos demandan una legislación más completa para mejorar la protección del patrimonio paleontológico.

«La situación vigente, amén de generar ineficacia, plantea serios problemas de seguridad jurídica y de **inexistencia de efectiva base legal** para muchas de las intervenciones que de hecho vienen desarrollando sobre el patrimonio paleontológico las administraciones culturales autonómicas», recalcan fuentes del Seprona.

La aplicación de la LPHE para la conservación de los fósiles no es homogénea. Las sanciones **dependen en gran medida del celo de la administración** y de donde ocurren las infracciones. En zo-

nas protegidas, como los parques nacionales, la administración cuenta con más herramientas jurídicas. En cambio, en sitios menos protegidos, el abuso hacia el patrimonio deberá ser mayor para que la administración actúe, confirma el Seprona.

Pero esta situación de **indefinición jurídica** no es exclusiva de España. Los tratados internacionales en materia de patrimonio cultural o arqueológico a los que España se ha adherido tampoco aportan una clave inequívoca para interpretar el alcance exacto de la referencia al interés paleontológico en la LPHE.

LA LEY ARAGONESA, LA MÁS CLARA Sin embargo, en nuestro país existe una única ley regional en la que está claro que las potestades de intervención y control de las actividades paleontológicas tienen un respaldo legislativo, según la Jefatura del Seprona.

Se trata de la Ley de la Diputación General de Aragón 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio cultural aragonés, que regula los hallazgos de cualquier índole, el uso de detectores y de otros instrumentos de detección, y todo tipo de actividades arqueológicas y paleontológicas.

En Aragón, salvo autorización, está prohibida la búsqueda o prospección de bienes de interés paleontológico, así como su ocupación o la producción de daños (incluso por imprudencia simple).

En caso de hallazgo casual, la normativa obliga al descubridor a comunicar su descubrimiento al servicio provincial con competencias en Patrimonio y está obligado a entregar lo que ha recogido, aunque sean objetos de escaso interés.



La Guardia Civil incauta los bienes paleontológicos obtenidos de forma contraria a la norma. **IMAGEN** Seprona Teruel

En Aragón, los fósiles recogidos deben ser entregados a las autoridades competentes, aunque tengan escaso interés

HACIA UNA REGULACIÓN PARA TODOS

La norma nacional que protege a los fósiles es también muy discutida entre paleontólogos. La investigadora Graciela Delvene ha participado en la creación de una propuesta de código ético para regular la recolección de fósiles.

La novedad es que esta norma no incluiría solo a científicos, sino también a **otros grupos susceptibles del trato con fósiles**: aficionados, coleccionistas, comerciantes e ingenieros civiles o de minas. De este modo, se conseguiría una regulación a medio camino entre la completa prohibición de la recolección de fósiles y la permisividad total de recogida.

Esta perspectiva tiene en cuenta que no todos los fósiles forman parte del patrimonio paleontológico y que los mayores riesgos son la pérdida de información tafonómica –la información del contexto geológico– y el expolio completo de los yacimientos.

Actualmente, en gran parte de las comunidades autónomas se necesita una autorización para recoger fósiles. Este código ético o de buenas prácticas abriría la posibilidad de **recolección no científica**, siempre y cuando no fueran usadas herramientas de ningún tipo para extraer los fósiles de las rocas que contienen los afloramientos.

Los fósiles que serían susceptibles de ser recogidos por personal no científico serían los que se encuentran fuera de su contexto geológico por causas naturales, como la erosión, normalmente acumulados en derrubios o campos de cultivo.

Para controlar esta actividad, los investigadores proponen la **creación de una licencia** similar a la de caza, pesca o recolección de setas, pero un poco más restrictiva. También que los que deseen recoger fósiles pertenezcan a alguna asociación de aficionados a la paleontología o las ciencias naturales.

MARÍA TERESA RUIZ, PRESIDENTA DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE CHILE

«Somos lo más complejo y raro que ha fabricado el universo»

ADELINE MARCOS | 10 DE AGOSTO 2018

La astrónoma chilena María Teresa Ruiz está convencida de que existe vida inteligente fuera de nuestro sistema solar. Lleva toda una vida observando la evolución de las estrellas, una actividad que compagina con clases en la universidad, charlas a niños y adultos, la edición de libros y la lucha por la igualdad de género.

«Normalmente la idea de científico es la de un ser que primero es hombre, y segundo, es alguien socialmente impedido»

Desde que empezó a mirar al cielo hace 50 años, a **María Teresa Ruiz** (Santiago de Chile, 1946) le maravilla su belleza. Una pregunta le sigue rondando por la cabeza: «¿Habrán personas varadas en algún planeta girando alrededor de una estrella lejana?».

Licenciada en Astronomía por la Universidad de Chile, Ruiz fue **la primera mujer en realizar un doctorado en Astrofísica en la Universidad de Princeton (EE UU)** en los años 70. Desde entonces, el estudio de la **evolución de las estrellas** ha centrado

su trabajo. Enanas, supernovas y nebulosas han envuelto su carrera profesional, también marcada por la **lucha por la igualdad de género**.

María Teresa Ruiz, que es la **primera presidenta de la Academia de Ciencias de Chile**, la primera mujer en ganar el Premio Nacional de Ciencias Exactas en su país y la actual directora del Centro de Excelencia en Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA), insiste en que hay que **visibilizar a la mujer**, hacer notar su presencia y otorgarle poder.



La astrónoma chilena María Teresa Ruiz fue una de las invitadas especiales al EuroScience Open Forum (ESOF), celebrado en Toulouse el pasado mes de julio. IMAGEN SINC

¿Algún día dejaremos de sorprendernos de que una mujer haga lo mismo que un hombre?

Cuando yo entré a estudiar Ciencias en la facultad en 1967, de los 120 alumnos solo éramos una o dos mujeres. En la actualidad, hay un 30 % de mujeres. Ellas se consideran científicas y los padres ya no cuestionan su decisión. Ahora puedes ser científica y pasarlo bien en la vida, tener familia, amigos y una vida social. Normalmente la idea de científico es la de un ser que primero es hombre, y segundo, es alguien socialmente 'impedido'. En realidad, un científico o una

científica van al supermercado igual que todos.

¿Cómo ha vivido en su área la ola de feminismo que se ha expandido por todo el mundo?

En Chile ha habido un gran movimiento en la universidad. Fue muy rápido porque ya se estaba gestando desde antes, pero la gota que colmó el vaso fueron los casos de acoso sexual. Era necesario hacerlos visibles. Cuando me preguntaban si yo había tenido problemas, siempre decía que no, pero luego pensé en todos los momentos en los que me sentí mal por cómo me trataban. En

realidad me las he arreglado para sobrevivir.

¿Recuerda alguno en concreto?

Siempre recordaré cuando estaba estudiando el doctorado en EE UU. Éramos muy pocos, como dos o tres por curso cada año. Era muy elitista. Después me enteré de que yo fui la primera mujer en entrar a Princeton. Además de latinoamericana, era mujer. En el primer año se estudiaba en grupo y a mí nunca me invitaron. Yo lo justificaba pensando que hablaba mal inglés y que no era tan buena como ellos porque venían de Harvard o del MIT, y yo de la Universidad de Chile. Pero el segundo año mi inglés mejoró bastante, me iba muy bien en algunos cursos teóricos y ya estaba acostumbrada a hacer sola las tareas. Un día vi a mis compañeros en una oficina tratando de resolver un problema muy difícil. Yo ya lo había resuelto. Entonces entré y traté de ayudarles. Cuando me di la vuelta, se habían ido y me habían dejado sola.

¿Y cómo reaccionó?

No me dio pena, sino la alegría más grande que he sentido, porque me quitó un peso de encima. Me di cuenta de que no era yo, sino ellos. No podían interactuar de igual a igual conmigo en las aulas. Esta experiencia me dejó claro que no hay que echarse la culpa, que son ellos los que tienen el problema. A los dos años entró conmigo una norteamericana que era muy buena y andaba pegada a mí todo el día porque se sentía intimidada y no muy bien recibida en el grupo de colegas hombres.

¿A lo largo de su carrera ha seguido sintiendo cierta discriminación?

Bueno, al año y medio de volver a Chile, mi pareja y yo decidimos tener un hijo, y cuando lo tuve me bajaron el sueldo. Cuando fui a cobrarlo, tenía la mitad. Me explicaron que el salario tenía una parte fija y otra de productividad (número de cursos realizados, trabajos publicados, etc.) y, obviamente, con los permisos prenatales y el nacimiento, mi actividad durante el año fue menor. Cuando fui a reclamarlo al director del departamento, que era amigo mío, reconoció que era injusto, pero que no se podía hacer nada. Además me preguntó: «Pero no irás a tener otro chiquillo, ¿no?»

¿Qué le contestó?

Me quedé alucinando. No tuve otro hijo y quiero pensar que no fue por eso. Hoy día esto no sería aceptable, pero yo lo tuve que asumir y seguir adelante. Esa discriminación para mí fue la peor de todas, porque fue por ser madre.

¿Qué puede el cielo enseñarnos sobre nosotros mismos aquí en la Tierra?

Que formamos parte de una especie y que, por mucho que queramos diferenciarnos, somos todos iguales. Nuestro destino como humanidad va a depender de lo que hagamos cada uno de nosotros. Somos parte del universo y somos lo más complejo que se ha fabricado: la vida con conciencia. Somos una rareza...

¿Cree que estamos solos en el universo?

Hace más de 30 años se pensaba que éramos el único sistema planetario que existía y que era una excepción. Hoy sabemos que lo normal es que las estrellas tengan

«Mis compañeros de Princeton no podían interactuar de igual a igual conmigo en las aulas. Esta experiencia me dejó claro que no hay que echarse la culpa, y que son ellos los que tienen el problema»

planetas en torno a ellas porque es una consecuencia de cómo se forman. Gracias a ello, se conocen ahora miles de planetas alrededor de otras estrellas, pero de ahí a saber si tienen vida todavía nos falta un poco.

¿Qué tiene su país que no tengan otros lugares de observación?

Chile es un lugar único en el mundo para la observación astronómica. Lo primero es que desde el hemisferio sur se ven partes del universo distintas a las del norte. La suerte que tenemos en Chile es que el centro de nuestra galaxia está encima de nuestra cabeza; y se ven otras galaxias satélites que no se pueden observar desde el norte. Por eso se instalaron telescopios estadounidenses y europeos. El norte del país disfruta también de muchas noches despejadas respecto a otros países como Sudáfrica o Australia. Otra ventaja es que el cielo es muy estable, sin muchas turbulencias.

En la próxima década comenzarán a operar grandes telescopios como el James Webb y el ELT (Extreme Large Telescope), de 39 metros de diámetro. ¿Qué se pretende encontrar?

Uno de los objetivos es estudiar planetas extrasolares, y eso sigue siendo muy sexy. Pero también se quieren estudiar los inicios del universo, que es un área de la que sabemos muy poco, y cuándo se formaron las primeras estrellas y cómo eran. Se tenía una idea preconcebida de ello, pero el radiotelescopio ALMA que tenemos en Chile ha ido cambiando los paradigmas, porque con él se encontraron objetos con estrellas formadas y elementos nebulosa

—que fabrican las estrellas— mucho más lejanos en el tiempo y en el espacio. Es ahí donde hay un gran signo de interrogación: no sabemos cómo se fabricaron los elementos después del Big Bang. Por eso, construir instrumentos nuevos es abrir la ventana a lo desconocido.

Usted descubrió una de las primeras enanas marrones, sin buscarla.

¿Qué es lo que más le ha sorprendido a lo largo de sus años de investigación?

La enana marrón me salió a saludar. Había otros grupos de investigación, uno de ellos en Canarias, que sí las estudiaban y había varias candidatas. Lo sorprendente de la que yo encontré es que fuera brillante y que la hallara con un método con el que no debería de haber aparecido, porque no era el más indicado. En realidad, yo estaba buscando cadáveres de estrellas, es decir, enanas blancas, frías y muy densas. Fue como un regalo, le tengo mucho cariño, pero me siento mucho más orgullosa del trabajo que he realizado durante décadas con las enanas frías.

Supernovas, nebulosas, enanas blancas, marrones. ¿Qué le queda por saber de las estrellas?

¡Mucho! Ahora estoy trabajando con un grupo mayoritariamente de mujeres españolas para saber cómo se forman las enanas café (o marrones), porque existía la idea de que se podían formar como los planetas —ya que algunas de ellas giran alrededor de otras estrellas y otras solas, como la que yo encontré—. Tratamos de entender con el telescopio ALMA si lo hacen por colisión, como los planetas, o por colapso, como las estrellas.

«Si el Sol hubiera tenido grandes llamaradas como otras estrellas no podría haber aparecido la vida en la Tierra»

JOSÉ MANUEL GARCÍA VERDUGO, PIONERO EN EL ESTUDIO DE LA NEUROGÉNESIS

«En el cerebro adulto ya no se forman nuevas neuronas, pero no es el fin del mundo»

SERGIO FERRER | 11 AGOSTO 2018

Es un experto de prestigio internacional en el estudio de las células madre del cerebro. Su último estudio publicado en *Nature* niega que nazcan nuevas neuronas en el cerebro humano adulto, un proceso que había captado la atención de los investigadores durante décadas. El trabajo invita a reexaminar lo que sabíamos sobre el aprendizaje y la memoria.

¿Nacen nuevas neuronas en nuestro cerebro una vez somos adultos? En la comunidad científica, la respuesta ha pasado de ser un rotundo «no» a un poco unánime «sí» en algo más de cincuenta años. José Manuel García Verdugo (Ceuta, 1954), catedrático de Biología Celular en la Universidad de Valencia, es un pionero en el estudio de este proceso, conocido como **neurogénesis adulta**, y de

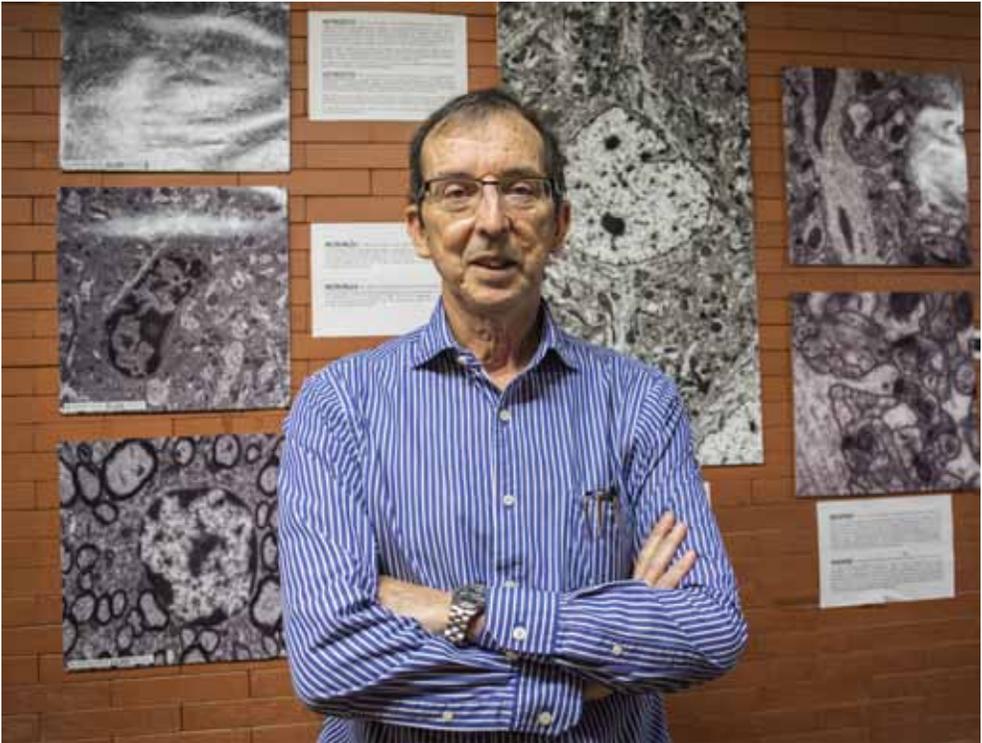
las células madre que lo originan.

Su último estudio, publicado en la revista *Nature*, ha sido un jarro de agua fría para aquellos investigadores que, desde hace décadas, defienden que en el cerebro de los humanos adultos sí nacen nuevas neuronas. El hallazgo revela que esta neurogénesis es inexistente en el giro dentado del hipocampo, área relacionada con el **aprendizaje** y la **memoria**, lo

que obliga a replantearnos lo que creíamos saber sobre el órgano menos conocido del cuerpo.

¿Cuándo se comenzó a hablar de neurogénesis adulta?

Joseph Altman aseguró en los 60 que existía neurogénesis adulta en dos zonas del cerebro de las ratas: el bulbo olfatorio y el giro dentado del hipocampo, pero nadie lo creyó. En los 80 se con-



firmó en ratones y pensamos que debía haber una célula madre responsable. Trabajamos años hasta que la encontramos: permanece en los ventrículos laterales toda la vida del animal y de vez en cuando se divide y da lugar a nuevas neuronas, que migran al bulbo olfatorio.

¿Y qué hay de los seres humanos?
El descubrimiento de células madre neurales en mamíferos abrió las puertas a los humanos: se pasó de publicar dos artículos al año sobre el tema a dos artículos al día. Hubo un bum muy grande que buscaba controlar la neurogénesis: dialogar con la célula responsable, cultivarla, trasplantarla... Se vio

que el estrés y la socialización la aumentaban, pero que con el envejecimiento se perdía.

Entonces, en 1998, un trabajo mostró por primera vez una neurogénesis adulta en el giro dentado del hipocampo humano.

¿Por qué despertó tanto interés?
Si aumentamos la neurogénesis, las células que podían morir por cualquier patología tendrían un recambio. Retrasaríamos el alzhéimer, los problemas cognitivos...
¿Qué descubrimiento más bueno!

Pero el descubrimiento no convenció a todo el mundo...

Nosotros no encontramos neurogénesis, solo células madre. Empe-

Los trabajos de José Manuel García Verdugo nos obligan a replantearnos lo que creíamos saber sobre el cerebro. **IMAGEN SINC**

«En 1998, un trabajo mostró por primera vez una neurogénesis adulta en el cerebro humano, pero el hallazgo no convenció a todo el mundo»

«Para el que trabaja con fármacos que aumentan la neurogénesis, nuestro descubrimiento es un palo que le hemos dado sin querer»

«La guerra no ha hecho más que empezar. Habrá más artículos en los dos sentidos. Muchos grupos se están pasando a nuestro lado»

zaron a aparecer más estudios que decían que sí había, con imágenes que para mí no eran muy convincentes pero para otros sí. La mitad de científicos decía que sí y la otra mitad que no. Hubo artículos polémicos en revistas importantes, en un sentido y en otro.

¿Por qué tantas dudas?

El problema de investigar con cerebros humanos es que el *post mortem* te limita muchísimo, pues deteriora la célula y da falsos positivos. Algunos trabajos empezaron a sugerir que el marcador utilizado como estándar para demostrar la neurogénesis en el giro dentado humano fallaba. Además, en ratones se usan cepas que son clones genéticos, mientras que dos humanos no se parecen en nada.

Éramos muy pocos los que mirábamos el cerebro con microscopía electrónica, pero no veíamos en los humanos lo mismo que en los ratones. Aun así, ganaron los que decían que hay neurogénesis adulta en el cerebro humano.

¿Siguió el bum de la neurogénesis tras esa victoria?

La gente empezó a utilizar el ratón como modelo y a trasladar los resultados al ser humano. Cada nueva molécula que fomentaba la neurogénesis se extrapolaba para decir que podía servir en el cerebro humano. Todos los proyectos tenían una coletilla final a la hora de pedir financiación: «Esto lo hacemos con ratones, pero en el futuro sería aplicable a los humanos».

Y entonces llegaron ustedes y aguaron la fiesta.

Nos hubiera gustado decir que hay neurogénesis, pero no la hemos visto y hay más grupos en el

mundo que tampoco. Queríamos confirmarlo usando más técnicas y cerebros humanos, desde el feto hasta el adulto. Y más con este tema por la cantidad de fármacos que existen para aumentar la neurogénesis.

¿Cómo lo confirmaron?

En ratones con epilepsia las lesiones del giro dentado incrementan la neurogénesis para reparar, así que en los humanos debería pasar lo mismo. Estudiamos cerebros de epilépticos y no había reparación, todo lo contrario: se iban perdiendo neuronas y los astrocitos proliferaban y hacían un relleno de glía, como una malla. La fijación era perfecta, directa del quirófano y sin *post mortem*, así que nos animamos a sacar el artículo para decir que en el cerebro humano no hay neurogénesis adulta.

Acababan de publicar su artículo y ya había otro que afirmaba que existe neurogénesis adulta en el hipocampo.

No creas que esto ha terminado, la guerra no ha hecho más que empezar. Habrá más artículos en los dos sentidos. Muchos grupos se están pasando a nuestro lado. Respecto al nuevo estudio, no hay suficiente evidencia para concluir que las células observadas sean nuevas neuronas.

Imagino que es un sapo difícil de tragar para mucha gente.

Para el que trabaja con factores que aumentan la neurogénesis y tiene su dinero y su grupo, este artículo es un palo que le hemos dado sin querer. Por eso advertimos que no se queden ahí y estudien la plasticidad, porque a lo mejor su fármaco la aumenta. Pueden esperar unos años, pero

como entonces la ciencia diga definitivamente que no hay neurogénesis, habrán perdido más tiempo. También es una alerta para que todo lo que se hace con ratones no se traslade tan alegremente al ser humano sin más pruebas.

Siempre se matiza lo de neurogénesis 'adulta', ¿significa eso que sí que nacen nuevas neuronas tras el nacimiento?

La corteza prefrontal es casi inexistente en ratones, pero en los humanos presenta una neurogénesis gigante tras el nacimiento. Es una forma de incrementar nuestro gran disco duro para almacenar información. Durante las primeras horas de vida hasta los 18 meses hay millones de neuronas moviéndose para construir esa parte del cerebro. El ser humano ha hecho esto porque le ha ido muy bien. Lo mejor sería que tuviéramos un recambio en todo el cerebro, pero ¿que no hay nuevas neuronas? ¡Y qué! Creemos que la neurona es una célula débil que muere enseguida, pero no es verdad: está muy bien protegida. Ni siquiera sabemos si hay una muerte masiva, como se pensaba hasta hace poco.

Entonces, ¿todo eso de que perdemos miles de neuronas con cada borrachera es un mito?

Yo miro el cerebro humano y no hay agujeros donde falten neuronas, está todo bien cubierto [ríe]. Lo que pasa es que muchas envejecen y se llenan de unos cuerpos densos de lipofucsina que interfieren en su funcionalidad. El tráfico dentro de una célula se mide en milésimas de segundo y con estas acumulaciones se ralentiza. Es ese «no me acuerdo, no me acuerdo», y a las tres horas lo recuerdas. El circuito está

intentándolo, pero al no poder conectar intenta hacer un baipás por otras neuronas.

¿Qué podemos hacer para evitar el envejecimiento de nuestras neuronas?

¡Esa es la gran pregunta! El alcohol, las drogas y la contaminación son elementos a evitar, porque deterioran las neuronas y las llenan de cuerpos densos, bloqueando los circuitos. Una buena alimentación también es clave, porque estas células necesitan estar bien oxigenadas y nutridas. Pero lo más importante para que una neurona no muera es que esté activa: cuando entran en inactividad se llenan de cuerpos densos e incluso desaparecen.

¿Y cómo mantener nuestras neuronas activas?

En el niño, los cariños y la atención son fundamentales para que el edificio se construya bien. Y ser curioso. Hay que tener el cerebro activo: la lectura, la cultura, socializar, hablar con gente con otros puntos de vista... todo eso le da una actividad brutal al cerebro.

Si nos podemos olvidar de la neurogénesis, ¿por qué caballo habría que apostar?

Hay que saber más sobre cómo vive una neurona para que no muera ni se llene de esos cuerpos densos que alteran sus funciones. La plasticidad sináptica es nuestra gran baza porque permite crear circuitos más rápidos y aprender habilidades que antes no teníamos. A partir de los veinte o treinta años ya tienes el edificio construido, pero gracias a la plasticidad, todavía se puede cambiar: te enseñan un descubrimiento nuevo y cambian tus ideas.

«¿Que no hay nuevas neuronas? ¡Y qué! Creemos que la neurona es una célula débil que muere enseguida, pero no es verdad: está muy bien protegida»

«En el niño, los cariños, la atención y la curiosidad son fundamentales para que el edificio neuronal se construya bien»

Bienestar animal: una cuestión ética, pero también económica

ROCÍO PÉREZ BENAVENTE | 04 SEPTIEMBRE 2018

En 2016 había en la Unión Europea 89 millones de cabezas bovinas, 147 millones de cerdos y 87 millones de ovejas. La ciencia del bienestar animal estudia cómo mejorar la calidad de vida de los animales de granja y cómo eso beneficia económicamente a los propios ganaderos.



No hay una forma de ganadería, ni intensiva, ni orgánica o ecológica, que esté libre de preocupaciones sobre el bienestar animal y la seguridad para el consumidor. **IMAGEN** Cinta Arribas, SINC

La ciencia del bienestar animal ya es parte indispensable del esfuerzo general por mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos

Se calcula que hace más de 10.000 años que el ser humano cría animales para sacar provecho de ellos en forma de carne, leche, tejidos y otros materiales. La **ganadería** de hoy poco se parece a la de entonces, pero para muchos urbanitas, cuyo único contacto con una **granja** se remonta a las excursiones de los años escolares, la idea de una granja sigue siendo la de una casa, un establo y un corral en el campo donde un puñado de animales corretea por los prados verdes.

Pocas granjas hoy cumplen con esa definición. La gran mayoría son más similares a una fábrica: grandes **naves industriales** en las que viven de media unos 3.000 animales organizados en **jaulas o corrales**. Solo de esa forma pudieron criarse en 2016 en la Unión Europea 89 millones de cabezas **bovinas**, 147,2 millones de **cerdos** y 87,1 millones de **ovejas**.

Las granjas son hoy lugares automatizados, con flujos cons-

tantes de movimiento de animales, en los que la comida y el agua sale de **dispensadores automáticos** regulados con precisión. Se calcula cuánto tiempo y alimento hacen falta para que el cerdo o la vaca alcancen el peso ideal de la forma más eficiente para después trasladarlo al **matadero** y vender su carne. Al fin y al cabo, esto es un negocio y el ganadero quiere maximizar sus beneficios.

La idea resulta escalofriante para muchos ciudadanos que preferimos no saber de dónde sale la comida que llena los estantes del supermercado.

NO MALTRATES A QUIEN TE DA DE COMER

Sin embargo, la industrialización de las granjas no debería significar que los animales que viven en ellas lo hagan en condiciones de **maltrato**. «Piensa que, para un ganadero, los animales son sus recursos. Puede sonar frío, pero es así. Y nadie maltrata los

La industrialización de las granjas no debería significar que los animales que viven en ellas lo hagan en condiciones de maltrato

Los animales asustados se estresan, pueden ser agresivos y comen menos, lo cual supone menos crecimiento y beneficios

recursos que le dan de comer», explica Arancha Mateos, investigadora del Departamento de Bienestar Porcino de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

«Siempre hay un descerebrado que es cruel con su ganado, pero eso no es ni mucho menos habitual por una cuestión **ética**, pero también de **lógica** y **economía**», añade la investigadora. También científica: la calidad de vida de los animales de ganado influye en la velocidad a la que crecen y en el estado final de su carne.

La **ciencia del bienestar animal** ya es parte indispensable del esfuerzo general por **mejorar la calidad de los alimentos**, y cada vez se percibe un vínculo concreto más evidente entre ese bienestar animal y la **seguridad alimentaria**.

«Las amenazas al bienestar animal, incluyendo la **inmunosupresión** inducida por el **estrés**, la dispersión de **patógenos** en sus alimentos o las **modificaciones genéticas** pueden comprometer la salubridad y seguridad de los alimentos», explica un capítulo publicado en la monografía *Food Chain Quality* de la editorial científica Woodhead Publishing.

El texto continúa advirtiendo que «el crecimiento de la **ganadería orgánica** tiene sus propios desafíos en cuanto a bienestar animal y seguridad alimentaria en lo que se refiere a la **seguridad de los animales**, la prevalencia de **enfermedades parasitarias** y la presencia de **residuos tóxicos** en los alimentos producidos».

No hay una forma de ganadería, ni intensiva, ni orgánica o ecológica, que esté libre de preocupaciones sobre el bienestar animal y la seguridad para el consumidor.

LIBERTADES DE LOS ANIMALES SENTIENTES

Un bienestar que la Universities Federation for Animal Welfare, que impulsa el uso de herramientas científicas para asegurar y aumentar esa calidad de vida, concreta en lo que llama las cinco libertades de los animales sintientes, dentro de los que se incluyen todos los vertebrados, y por ello, todos los animales de granja.

- Que estén libres de **hambre y sed**, asegurándoles el acceso a agua fresca y una dieta suficiente y apropiada para que mantengan su salud y su vigor;

- Que estén libres de **dolor, heridas y enfermedades**, a través de la prevención y, si hace falta, el diagnóstico y el tratamiento rápido de sus dolencias;

- Que estén libres de la **incomodidad**, dándoles un entorno apropiado que incluya un refugio y un área cómoda para descansar;

- Que estén libres de **miedo y estrés**, asegurándoles condiciones y cuidados que eviten también el sufrimiento mental;

- Que sean libres de expresar un **comportamiento normal**, dándoles espacio suficiente, instalaciones adecuadas y la compañía de otros animales de su especie.

¿Pero, cómo afectan estos esfuerzos por mejorar la vida de los animales de granja al resultado de un empresario ganadero?

TRANQUILOS CRECEN MEJOR El equipo de Mateos se dedica a responder esa pregunta. Como parte de sus investigaciones han participado en la construcción de una novedosa **nave de bienestar porcino** en Madrid, muy cerca de Moncloa, con la que persiguen un doble objetivo: por un lado, reducir las emisiones de amoníaco y otros desperdicios resultado de la

Todo lo que ocurre entre las 24 y las 48 horas previas a la matanza tiene un efecto económico sobre el negocio

actividad ganadera porcina y, por otro, analizar en qué circunstancias los cerdos viven mejor en las explotaciones intensivas y cómo eso afecta a su rendimiento.

«La **composición nutricional** de un filete es siempre casi la misma, independientemente de cómo haya vivido el animal o lo que haya comido, pero sus condiciones de vida influyen mucho en su **ritmo de crecimiento**, en su capacidad de **reproducción** y en su **vulnerabilidad** ante las enfermedades», explica Mateos.

El estrés de los animales, explica, es el principal enemigo de los ganaderos, entendiéndolo como estrés el malestar y la agitación general que los animales padecen cuando están enfermos, asustados o, sobre todo, pasan demasiado calor.

«El **estrés térmico** les sienta fatal. Algo tan simple como que haga demasiado calor hace que no coman y no se muevan, y si no comen, no crecen». Ocurre lo mismo con el miedo: los animales asustados se estresan, pueden ser agresivos y comen menos, lo cual supone menos crecimiento y, de nuevo, menos beneficios.

Los científicos buscan nuevas y mejores formas de controlar ese estrés. El enfoque tradicional consiste en medir los niveles de determinadas hormonas, principalmente **cortisol**, unidos a determinados cambios de comportamiento e inmunológicos, pero a día de hoy se empiezan a considerar insuficientes estos métodos tradicionales y se recurre a modernas tecnologías de genómica y proteómica para identificar biomarcadores y mecanismos moleculares relacionados con el estrés.

CALIDAD DE VIDA HASTA EL ÚLTIMO MOMENTO Existe un momento en concreto

en el que ganaderos y veterinarios ponen especial cuidado en evitar el sufrimiento de los animales, y es en la **antesala a su muerte**. Las horas previas deben ser tranquilas, sin miedo, sin hambre, sin calor y sin dolor. Si estas circunstancias no se cumplen pueden sufrir el llamado **estrés ante mortem**, una circunstancia por la que se producen **cambios hormonales** bruscos que afectan a la composición química de la sangre y del tejido muscular.

En un estudio publicado en la revista *Journal of Animal Science* que analiza las opciones nutricionales para reducir este estrés se explica que «las respuestas fisiológicas al estrés *ante mortem* incluyen la **deshidratación**, el desequilibrio de los **electrolitos**, la disminución del **glucógeno** en el músculo y la destrucción de **grasa y proteínas**».

Todo lo que ocurre entre las 24 y las 48 horas previas a la matanza tiene un potencial efecto económico sobre el negocio del ganadero, que va desde una disminución de peso del animal vivo hasta problemas de **calidad de la carne** a posteriori, identificados con las siglas DFD (*dark, firm and dry* u oscura, dura y seca) o PSE (*pale, soft and exudative* o pálida, blanda y exudativa), que hará que esta valga menos en el mercado.

En un entorno en el que los consumidores cada vez imponen más el **criterio ético** a sus decisiones alimentarias, cuidar bien al ganado es una **cuestión económica**. No se trata de demonizar al sector ganadero y su industrialización, sin la que difícilmente sería posible alimentar a una sociedad acostumbrada a comer más carne de la que debería, sino de estudiar cómo hacer que la vida de esos animales sea lo más feliz posible.

TRANSPARENCIA E INDEPENDENCIA EN INVESTIGACIÓN

Conflictos de interés que empañan carreras científicas

NÚRIA JAR | 14 SEPTIEMBRE 2018

El prestigioso oncólogo Josep Baselga hizo público que abandonaba la dirección médica del Sloan Kettering Cancer Center de Nueva York, días después de que *The New York Times* denunciase que no había declarado su relación con la industria en sus estudios. No es raro que surjan este tipo de vínculos. Lo que hay que hacer es declararlos, opinan los expertos.



Josep Baselga en una imagen del Memorial Sloan Kettering Cancer Center.

El 9 de septiembre, el diario *The New York Times* publicó en la portada de su edición dominical que Josep Baselga «omitió los lazos financieros de docenas de artículos de investigación en prestigiosas publicaciones». El reportaje, elaborado en colaboración con *ProPublica*, denunciaba que en los trabajos del destacado oncólogo no se informaba sobre el **conflicto de interés** de sus investigaciones con la industria. Baselga había recibido financiación de varias **empresas farmacéuticas y biotecnológicas** y no había avisado de ello.

Este tipo de conflicto surge cuando el **criterio** y las **acciones** de una persona pueden verse influenciadas por otros intereses. «Declararlos es una obligación

ética con la comunidad, los pacientes y la sociedad», comenta por teléfono Álvaro Rodríguez-Lescure, vicepresidente de la **Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM)**.

No solo la ciencia, otros ámbitos, como la **política**, pueden verse afectados por esta cuestión deontológica. Por ejemplo, la ley de incompatibilidades de 2015 sobre altos cargos establece que estos deben esperar dos años antes de colaborar con empresas privadas. Esta medida pretende evitar lo que se conoce vulgarmente como ‘puertas giratorias’.

POR QUÉ HAY QUE DECLARARLO En investigación, el conflicto de interés puede **sesgar el diseño de un experimento** o un **ensayo clínico**

El conflicto de interés puede sesgar el diseño de un ensayo clínico para probar un fármaco

para **probar un fármaco** y la difusión de los resultados. El *disclosure*, concepto anglosajón que hace referencia a la revelación por parte del científico del conflicto de interés con la industria, es una garantía de **transparencia** e **independencia** en sus artículos científicos y en las presentaciones en congresos.

Tanto la **Sociedad Estadounidense de Oncología Clínica** (ASCO), desde 1994, como la **Sociedad Europea de Oncología Médica** (ESMO), más recientemente, defienden la necesidad de hacer explícito el conflicto de interés. «Nos adherimos al espíritu de las dos sociedades», dice Rodríguez-Lescure en nombre de la SEOM.

Las políticas de independencia editorial de ESMO se aprobaron a finales del 2011, entraron en funcionamiento al año siguiente y se revisaron en 2015. Su criterio establece que el conflicto de interés debe darse a conocer a partir de los 500 euros, a título personal, y de los 10.000 euros, en el caso de las instituciones, recibidos durante los últimos doce meses. Aparte, ESMO también tiene en cuenta intereses no financieros, como las **asesorías** en compañías privadas.

Los estadounidenses son más concretos si cabe. ASCO establece hasta ocho relaciones con la empresa que los investigadores deben dar a conocer: **empleos** remunerados, puestos de **liderazgo**, actividades de **consultoría**, **conferencias**, **testimonios** de expertos, intereses de **propiedad**, **fondos** de investigación y honorarios por intereses de **propiedad intelectual**.

Las relaciones entre científicos e industria no se consideran impropias de por sí, siempre y cuan-

do se pongan de manifiesto para preservar valores, según ASCO, de «equilibrio, independencia, objetividad y rigor científico» de investigadores, programas de investigación y formación, y guías de práctica clínica. En cambio, la realidad es otra. Según un estudio publicado en agosto en *JAMA Oncology*, un tercio de los oncólogos no reveló su relación con el espónsor del ensayo clínico.

Replantarse el conflicto de intereses no es baladí. Ambas sociedades han actualizado sus políticas en varias ocasiones para adaptarlas a los cambios en investigación. La última versión de ASCO fue revisada en 2013 con fuerte polémica entre la comunidad investigadora y fracasó en la regulación de algunas medidas al asemejarlas a las que se toman en la arena política.

Inicialmente, la intención de ASCO era que sus dos revistas científicas, *Journal of Clinical Oncology* (JCO) y *Journal of Oncology Practice* (JOP), no aceptaran manuscritos de autores en posición de primero, último y de correspondencia, que hubiesen sido empleados, inversores o conferenciantes de compañías médicas durante los dos años previos al envío del artículo. El revuelo que causó aquella medida la dejó en suspenso y cuatro años más tarde se retiró.

Dejando esta polémica de lado, en la última revisión de políticas, a diferencia de las anteriores, ASCO amplió la declaración del conflicto de interés a todo tipo de trabajos, no solo a los ensayos clínicos; a las organizaciones, no solo a los individuos; y al primer y último autores, así como los de correspondencia, no solo al investigador principal.

Según un estudio publicado en agosto un tercio de los oncólogos no revela su relación con el espónsor del ensayo

«Lo malo no es tener conflictos, sino no declararlos», aclara Rodríguez-Lescure, que opina que la transparencia y la honradez «se echa de menos en muchos ámbitos de la vida, no solo en la ciencia».

La declaración de los investigadores siempre es por iniciativa propia, una limitación de la que ASCO admite no tener ni «la autoridad» ni «los medios» para verificar esta información. Más allá de la honorabilidad del investigador, las sanciones por no respetar el conflicto de interés no están claras y cada revista establece un período en el que el científico no puede volver a publicar en esa cabecera.

CÓMO SE PUBLICA UN ARTÍCULO CIENTÍFICO La publicación de un artículo científico es una tarea ardua. Primero, los investigadores mandan el manuscrito del trabajo a la revista científica donde quieren difundirlo. Si es aceptado, el artículo pasa por un proceso de **revisión por pares**, en el que expertos anónimos examinan el texto y lo revisan para pedir las modificaciones oportunas a sus autores antes de la publicación.

En este proceso, la declaración de conflicto de intereses es clave. Muchas veces, sin esta aclaración el texto no pasa al proceso de revisión por pares. Por ejemplo, la política de las revistas de la Asociación Estadounidense para la Investigación sobre Cáncer (AACR) exige a los autores que dejen constancia de ello en la primera página del trabajo, incluso si este no existe.

Pero aquí cada maestrillo tiene su librillo. No existe unanimidad en la fórmula universal a la hora de declarar el conflicto de intereses, por mucho que el Co-

mité Internacional de Editores de Revistas Médicas crease un formulario para intentar unificarlo. De todas formas, todos son «repetitivos y exhaustivos», según Rodríguez-Lescure, que dice haber respondido sobre ello hace dos días al someter un artículo a revisión.

Sobre la **fuerza de financiación** de los estudios, ASCO considera que si la totalidad o una parte del trabajo está sufragado por los Institutos Nacionales de Salud (NIH, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, la objetividad y la independencia están aseguradas al contar con **dinero público**. En cambio, cuando la industria financia el estudio la transparencia se vuelve más relevante.

El conflicto de interés, sea o no financiero, es «ubicuo» en medicina, señala un artículo de opinión de 2012 en *JAMA*, que recuerda que el remedio más adecuado es su declaración. Sin embargo, sus autores advierten que la revelación no es «la panacea» y tiene también efectos adversos, como la autoridad moral para mostrar resultados sin contrastar. Al final, ser honesto es un compromiso ético y moral con la transparencia en investigación.

Más allá de la honorabilidad del investigador, las sanciones por no respetar el conflicto de interés no están claras

Cuando la industria financia el estudio, la transparencia se vuelve más relevante

LA CONTAMINACIÓN PERJUDICA EL APRENDIZAJE Y LA ATENCIÓN

Aire urbano no apto para cerebros infantiles

MÓNICA G. SALOMONE | 19 SEPTIEMBRE 2018

Las evidencias son claras: la polución lastra el desarrollo cognitivo de niños y niñas. Los científicos piden planes anticontaminación en colegios y parques y, mientras estos llegan, recuerdan lo que dicen sus datos: se inhala menos porquería caminando que en vehículos a motor. Si tiene que llevar a sus niños en coche, intente no crear atasco frente a la escuela. Sus hijos respirarán y pensarán mejor.



Un número creciente de investigaciones en todo el mundo demuestran que el aire contaminado es tóxico para el cerebro infantil. IMAGEN Adobe Stock

Los niños de las zonas con mayor contaminación podrían estar en una situación de desventaja

España se libró este año de una demanda de la Comisión Europea por incumplir desde 2010 la **normativa europea sobre calidad del aire**. Pero esta exoneración *in extremis* –se enfrentaba a un ultimátum– no significa que el aire aquí sea limpio. El 90 % de los españoles respira más contaminación de lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera aceptable, y su esperanza de vida puede acortarse hasta dos años por ello –pronóstico que la OMS extiende a todos los europeos–.

Las malas noticias no acaban ahí. Un número creciente de investigaciones demuestran que el aire contaminado es **tóxico para el cerebro de los niños** y lastra el desarrollo cognitivo. Los expertos

reclaman medidas para proteger colegios y zonas infantiles, algo que ciudades como **Madrid** y **Barcelona** aún no contemplan, pese a haber iniciado ambiciosos planes anticontaminación.

Respirar aire contaminado causa y agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) atribuye a la contaminación la muerte prematura de 30.000 personas en España. El efecto sobre el **cerebro de fetos y niños** aún no se traduce en números en un informe y se conoce desde hace menos tiempo. Pero las evidencias son contundentes.

Como suele ocurrir en los estudios sobre la influencia del ambiente en el organismo –ya sea el nexa entre tabaquismo y cáncer



El desarrollo cognitivo de los niños que van al colegio en zonas con mucha contaminación es más lento. IMAGEN EFE

Las partículas generadas por los motores diésel son tan pequeñas que podrían pasar de los pulmones a la sangre y llegar al cerebro

o entre dieta y enfermedad cardiovascular-, es complejo demostrar una **relación causa-efecto** entre el humo del tráfico y la ralentización del aprendizaje en niños. Pero los estudios observacionales muestran una correlación tan clara y abundante que los expertos no dudan en apelar al **principio de precaución**.

Durante la primera década del siglo XXI empezaron a acumularse evidencias de lo que dos expertos en salud ambiental, Phillipe Grandjean y Philip Landrigan, describieron en 2014 en *The Lancet Neurology* como una «pandemia de neurotoxicidad» en niños.

Ambos médicos detectaban un «aumento en la incidencia de **autismo, trastorno por déficit de atención e hiperactividad, dislexia** y otros problemas cognitivos», y lo atribuían a un conjunto

de conocidos neurotóxicos, como el **plomo**, el **metilmercurio** o el **tolueno**. Pero también advertían de la posible existencia de más compuestos dañinos para el desarrollo del cerebro, aún sin identificar. Varios indicios apuntaban a que al menos parte de ellos podrían proceder del tráfico.

Un trabajo de 2008 hallaba inflamación en el cerebro de niños y perros en Ciudad de México, y culpaba a la alta contaminación. Efectos similares se observaron poco después en ratas expuestas a tubos de escape de **motores diésel**. Las partículas generadas por los motores, en especial los diésel, son tan pequeñas que podrían pasar de los pulmones a la sangre y llegar al cerebro, generando inflamación.

En 2010, un grupo de investigadores liderados por Jordi Sunyer,

La exposición a PAH, partículas pequeñas y óxidos de nitrógeno, incide sobre la inteligencia y aumenta el riesgo de sufrir trastornos del espectro autista

del CREAL –hoy ISglobal–, en Barcelona, decidieron buscar un posible vínculo entre contaminación del tráfico y **aprendizaje infantil**. Su proyecto BREATHE fue financiado con casi 2,5 millones de euros del Consejo Europeo de Investigación (ERC). «Postulamos que la contaminación del tráfico, en particular las **partículas ultrafinas** (...), obstaculiza el desarrollo cerebral», explicaron los investigadores.

Pronto esa hipótesis de partida se vio respaldada. Un trabajo publicado en 2015 en *PLOS Medicine* mostraba que el **desarrollo cognitivo** de los niños que van al colegio en zonas de alta contaminación es más lento. En un año, los escolares expuestos a poca polución mejoraron un 11,5 % su memoria de trabajo, mientras que en los colegios con aire de peor calidad la mejora fue de solo un 7,4 %.

El estudio consistió en medir durante un año habilidades cognitivas de 2.715 niños de 7 a 10 años de 39 colegios de Barcelona, descartando en lo posible el efecto de factores que se sabe que influyen en el desarrollo, como la clase social. «El deterioro de las funciones cognitivas tiene consecuencias para el **rendimiento escolar**», dijo Sunyer en 2015. «Los niños de las zonas con mayor contaminación podrían estar en una situación de desventaja».

Otros resultados de BREATHE han ido en la misma línea. Los investigadores estudiaron también, a lo largo de un año, la relación entre niveles de contaminación dentro y fuera de las aulas y la **capacidad de atención** de los niños y niñas. «Los incrementos en los niveles ambientales procedentes del tráfico se asociaron

a una disminución en todos los procesos de atención en las aulas», explicaron los autores en 2017 en la revista *Epidemiology*.

Los días de más polución los niños mostraron «un retraso equivalente a más de un mes en la mejora natural de la velocidad de respuesta» esperable por la edad. «Es una evidencia más de la necesidad de evitar la contaminación atmosférica en el entorno de los centros escolares, y especialmente la de los vehículos diésel», declaró Sunyer.

LOS MÁS VULNERABLES El efecto de la contaminación sobre los niños es importante porque su cerebro está en pleno desarrollo. También el de los fetos. Varios estudios en Europa y Estados Unidos muestran que cuando las **embarazadas** respiran aire contaminado, sus hijos se resienten.

Entre 1998 y 2006, un grupo liderado por Frederica Perera, hoy directora del Centro de Salud Ambiental Infantil de la Universidad de Columbia (Nueva York, EE UU), reclutó a 720 embarazadas residentes en barrios de bajos ingresos en Nueva York, como Harlem o South Bronx. De ellas, 665 llevaron durante 48 horas una mochila con equipos de medición para un tipo de contaminantes llamados **hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)**, que se emiten al quemar combustibles fósiles y que, según han mostrado estudios en animales, son **neurotóxicos** que atraviesan la **placenta** y pueden causar inflamación, estrés oxidativo y lesiones vasculares en el cerebro del feto.

Los trabajos con esta cohorte de parejas madre-hijo empezaron a publicarse hace unos quince años y muestran que a

En cuanto a conocimiento del problema, España está a la altura de los países de su entorno. En la toma de medidas hemos ido más lentos

mayor exposición a PAH de las madres, peor **desarrollo neurológico** de los hijos. Los niños que respiraron más PAH obtuvieron peores puntuaciones en test de inteligencia general y verbal, y tienen más riesgo de sufrir ansiedad, depresión y déficit de atención.

En 2012 el grupo de Perera hizo escáneres cerebrales a 40 niños de la cohorte. Los resultados, publicados en *JAMA Psychiatry* en 2015, revelan alteraciones morfológicas en los cerebros de los niños con mayor exposición, en concreto **menos sustancia blanca** –la que forman los axones de las neuronas– en el hemisferio cerebral izquierdo. Este rasgo «se asoció con un procesado más lento de la información durante las pruebas de inteligencia» y con problemas de comportamiento.

En España existe el Proyecto INMA-Infancia y Medio Ambiente, una cohorte de unas 4.000 parejas madre-hijo reclutadas entre 1997 y 2008 en siete regiones españolas. Hace unos años investigadores de ISGlobal coordinados por Mónica Guxens empezaron a analizar la relación entre exposición a **dióxido de nitrógeno** –uno de los principales contaminantes del tráfico– y capacidad de atención en niños de la cohorte INMA.

Una publicación el año pasado en *Environment International* revela que las exposiciones altas se relacionan «con un **retraso en la capacidad** de niños y, sobre todo, de niñas». Guxens declaró: «Se desconoce aún el impacto clínico de esta falta de atención, pero podría tener implicaciones para toda la población debido a la ubicuidad de la exposición».

Los resultados de distintos grupos de investigación en diferentes sitios confluyen. Un artículo de revisión publicado en 2015 en *Endocrinology* muestra «un aumento exponencial» de este tipo de estudios en la última década, con resultados que ofrecen «evidencias suficientes» de que la **exposición pre y posnatal**, sobre todo a PAH, partículas muy pequeñas y óxidos de nitrógeno, incide negativamente sobre la **inteligencia global** y la capacidad de atención, y aumenta el riesgo de sufrir **trastornos del espectro autista**. Este efecto «no puede ser ignorado: debe aplicarse el principio de precaución para proteger a los niños», concluyen los autores.

POLÍTICA MUNICIPAL BASADA EN LA EVIDENCIA Pese a estas advertencias, los atascos en torno a los colegios a las horas de entrada y salida son cotidianos en las ciudades españolas. El mensaje tarda en calar. ¿Solo en la ciudadanía, o también entre los políticos?

Xavier Querol, del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del CSIC, en Barcelona, lleva décadas no solo investigando la calidad del aire –es uno de los autores en BREATHE– sino también asesorando a **responsables políticos**. Asegura que, en cuanto a conocimiento del problema, España está a la altura de los países de su entorno. En la toma de medidas, en cambio, «hemos ido más lentos».

Ángeles Cristóbal, subdirectora General de Sostenibilidad del **Ayuntamiento de Madrid**, no quita un ápice de importancia a las **evidencias científicas**. La ciudad está poniendo en marcha el llamado **Plan A**, que engloba

Los expertos reclaman medidas para proteger colegios y zonas infantiles, algo que ciudades como Madrid y Barcelona aún no contemplan

las medidas más drásticas jamás tomadas en Madrid para mejorar la calidad del aire. El Plan A restringe el acceso de los vehículos a una amplia zona central de la ciudad, bonifica a los más 'limpios', potencia el transporte público y renueva su flota con vehículos de bajas emisiones. Se cree que así se reducirán hasta un 30 % las emisiones de óxidos de nitrógeno, el contaminante que sistemáticamente superaba los límites en Madrid. «Mejorará la calidad del aire de toda la ciudad», dice Cristóbal. Aunque todavía no hay nada previsto específicamente para los colegios.

En **Barcelona** tampoco, pero Cristina Castells, directora de Energía y Calidad Ambiental del ayuntamiento, conocedora de los resultados del proyecto BREATHE, explica que han decidido estudiar la situación de cada colegio en concreto: «No en todos hay que tomar las mismas medidas: depende de la situación, de cuál sea el modo de transporte habitual de los niños... incluso de la disposición del patio o de las aulas».

En **Berlín** «se tiene en cuenta el ruido y la contaminación ambiental cuando se planifica la construcción de nuevas instalaciones, así que los colegios y zonas de juego más nuevos raramente están cerca de las vías de más tráfico», explica Martin Lutz, Jefe de Sector de Gestión de Calidad del Aire en esta ciudad. Aparte de esa medida, la ciudad ha dedicado mucho esfuerzo a la instalación de filtros en los coches, porque «conocemos la toxicidad de las partículas ultrafinas que emiten especialmente los diésel (...). Parece más eficiente atacar el problema en la fuente, es decir, en los tubos de escape».

En **Londres**, el combate a la contaminación es, al menos en teoría, una prioridad política. El alcalde ha anunciado campañas de medición de calidad del aire en los colegios y enviará alertas a los centros cuando haya picos de contaminación. Reino Unido y Alemania son dos de los seis países que sí serán demandados por la Comisión Europea ante el Tribunal de Justicia Europeo por incumplir la normativa sobre calidad del aire.

Al cole, mejor caminando

Las soluciones al problema de la contaminación tardan en hacerse efectivas. Mientras llegan, no se puede dejar de respirar, pero «hay cosas que se pueden hacer desde ya, como **dejar de cargar y descargar los niños enfrente de la escuela**», decía Jordi Sunyer en una intervención en Facebook el año pasado; «esto se debería hacer a 100 metros y desplazar el tráfico que pasa por delante del colegio a 50 metros como mínimo».

Algunos padres creen que llevando a sus hijos en coche estarán a salvo del aire contaminado: error. En 2014, varios políticos británicos siguieron su rutina londinense equipados con medidores de aire, y asombraron a los propios investigadores con los datos: atravesando la ciudad en coche se exponían hasta a diez veces más contaminación. Los sistemas de ventilación del vehículo absorben lo que sale del tubo de escape del coche de delante y lo inyectan en las fosas nasales de los pasajeros. La mejor opción es caminar lo más lejos posible de la calzada y por vías de poco tráfico. Y, si no, el transporte público.

Igualar los permisos de maternidad y paternidad, ¿fin a la discriminación laboral?

VERÓNICA FUENTES | 10 OCTUBRE 2018

El pasado mes de junio, el Congreso dio el primer paso para equiparar los permisos de maternidad y paternidad. Sociólogas y pediatras nos dan su visión sobre esta medida, relacionada con la corresponsabilidad en los cuidados de los hijos y la lucha contra la discriminación laboral de la mujer.



Hasta 2007 los padres solo disponían de dos días de permiso por nacimiento retribuido por la empresa. IMAGEN Unplash

La proposición de ley sostiene que cada progenitor tendrá derecho al mismo permiso sin que pueda ser cedido o compartido, y prestación del 100 %

El Congreso de los Diputados impulsó el pasado mes de junio una **proposición de ley para que los permisos de paternidad y maternidad sean igualitarios** hasta las 16 semanas (seis obligatorias –las dos primeras justo después del parto o adopción– y diez voluntarias durante el primer año de vida), intransferibles y remunerados al 100 %.

En la actualidad, las mujeres cuentan con **seis semanas de permiso obligatorio de maternidad** frente a las cinco de los hombres. Además, existen **diez semanas más de permiso voluntario** del que pueden disfrutar tanto ellas como ellos, pero que en la práctica asumen mayoritariamente las mujeres.

Se espera que la iniciativa –todavía **en fase de tramitación parlamentaria**, pero que ha contado con el respaldo unánime de todas las fuerzas políticas– sea aprobada próximamente. Su principal objetivo es el reparto igualitario del

cuidado de los hijos entre ambos miembros de la pareja durante los primeros meses de vida, para acabar con una de las fuentes de discriminación laboral que sufren las mujeres.

«La **corresponsabilidad en los cuidados y la lucha contra la discriminación de las mujeres** en el mercado de trabajo empiezan a ser cuestiones de sentido común en nuestro país», explica Inés Campillo Poza, socióloga y profesora de la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA). «Sin duda, esa es una muy buena noticia».

Antes de 2007 los padres solo disponían de dos días de permiso por nacimiento retribuido por la empresa. La **Ley para la Igualdad de 2007** incluyó por primera vez el permiso de paternidad por nacimiento, acogimiento y adopción, retribuido por la Seguridad Social como medida de apoyo a la conciliación. Su duración era de 13 días, pero se preveía una

«No es la maternidad lo que penaliza a las mujeres, sino que muchos hombres no asuman todavía sus responsabilidades como padres», matiza Martín García

La igualdad e intransferibilidad de los permisos no evitará la discriminación laboral de las mujeres ni la baja implicación paterna en los cuidados

ampliación a cuatro semanas que no se hizo efectiva hasta el 1 de enero de 2017. Desde el 5 de julio de 2018, el permiso de paternidad se ha ampliado de cuatro a cinco semanas.

«Es un avance importante pero no suficiente. No es el derecho a disfrutar de su bebé, como se dice a menudo, sino a cuidar de su bebé», afirma Teresa Martín García, investigadora del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

LA OPINIÓN DE LOS PEDIATRAS La proposición de ley sostiene que cada progenitor tendrá derecho al mismo periodo de suspensión sin que ninguna parte de él pueda ser cedido o compartido, y con derecho a una prestación del 100 %.

Sin embargo, la **Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPap)** sostiene que el objetivo prioritario debe ser prolongar el permiso de las madres al menos durante seis meses y que las licencias de los padres sean transferibles. La institución defiende así el derecho a mantener la lactancia materna exclusiva durante el tiempo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

«Con la ley actual es imposible para la mayoría de madres trabajadoras mantener una lactancia materna exclusiva más allá de las 16 semanas», afirma Rosa Albañil, coordinadora del Grupo de Trabajo de Patología Infecciosa de la AEPap.

Según la AEPap, «extender los permisos maternos, que los de los padres sean transferibles y que los periodos de tiempo de permiso –en todo o en parte– puedan disfrutarse de forma sucesiva

y no obligatoriamente simultánea, favorecería la organización familiar».

CORRESPONSABILIDAD EN LA CRIANZA

La comparación de las olas de 1994, 2003 y 2012 del International Social Survey Program (ISSP) sobre género y familia revela que en las últimas dos décadas España deja atrás la antigua preferencia por el modelo de madre conciliadora y padre ayudante.

Ahora bien, todavía se observa una elevada disparidad entre los deseos de un reparto equitativo y la práctica real de las familias.

«No es la maternidad lo que penaliza a las mujeres, sino que muchos hombres no asuman todavía sus responsabilidades como padres de la misma forma que lo hacen ellas», matiza Martín García. «Igualar ambos permisos ofrecería las mismas posibilidades de **aprender a cuidar** desde los primeros meses de vida a las madres y a los padres», añade.

EL DEBATE DE LA TRANSFERIBILIDAD Una cuestión es la longitud de los permisos materno y paterno y otra si debieran ser intransferibles, transferibles o una combinación de ambos, como disfrutaban en Suecia, Noruega o Islandia. Son dos cuestiones diferentes, y no necesariamente en conflicto, según Inés Campillo.

«El esquema de permiso parental danés, mucho más largo que el que se plantea aquí, no incluye una cuota intransferible para el padre, y no parece que en Dinamarca las mujeres sufran mayor discriminación laboral que en España. Y algo similar ocurre en la mayor parte de países del norte de Europa», subraya Campillo.

Lo que sí diferencia a los te-

territorios del norte de Europa del español es que cuentan con unos **mercados de trabajo más regulados y seguros**, con menor precariedad, más trabajo estable, mayor nivel de sindicación y menor discrecionalidad empresarial. También tienen una larga tradición institucional de políticas de apoyo a las familias.

«El problema de la discriminación laboral hacia las mujeres, o hacia cualquier grupo que se salga de la norma del trabajador varón blanco sano sin responsabilidades familiares y con plena disponibilidad temporal, está en la lógica empresarial del mercado de trabajo, no en las opciones de las madres», indica Campillo.

Para esta socióloga, más eficaz que unos permisos iguales e intransferibles cortos sería un **esquema mixto** con un largo periodo de permiso transferible, e ir aumentando la cuota intransferible de los padres, siguiendo la tendencia de los países nórdicos. Esto, además, permitiría que las madres solas no quedasen penalizadas.

El riesgo de la transferibilidad, según Teresa Martín García, es que ellos no asuman su parte del permiso: «La evidencia empírica demuestra que con un diseño legal en el que se deje una parte a repartir entre los dos progenitores, los padres acaban tomándose solo aquella parte de la prestación que la ley les asigna como intransferible», asegura la experta.

En opinión de Martín, es importante, además, que los permisos puedan tomarse sucesivamente para **facilitar la organización en la atención del bebé** y para que el padre pueda dedicarse a la crianza en solitario y no como cuidador-ayudante.

Y DESPUÉS DEL PERMISO, ¿QUÉ? Para Martín García, una vez finalizados los permisos de maternidad y paternidad iguales e intransferibles, las familias deberían tener asegurado el acceso a una escuela de educación infantil de calidad, asequible económicamente y que garantice la igualdad de oportunidades a todos los niños y niñas. De lo contrario, las mujeres seguirían reduciendo su tiempo de trabajo para cuidar de sus hijos pequeños.

«Cuando hablamos de igualdad e intransferibilidad de los permisos, debemos reconocer que solo con ellos no vamos a evitar la discriminación laboral de las mujeres y a conseguir una implicación paterna en los cuidados», afirma. «Es evidente que son necesarias otro tipo de medidas pero, sin duda, el primer paso para que se resuelva».

Según la investigadora del CSIC, es importante que desde las políticas públicas acabemos con la idea de que el ejercicio de la maternidad es un deber social mientras que el de la paternidad es más una elección individual.

Es más, varios estudios internacionales muestran que los padres que se involucran en el cuidado de los hijos desde el inicio tienen una **mayor implicación en las tareas domésticas y de cuidado infantil a medio y largo plazo**.

«No hay que olvidar el efecto de una mayor implicación de los hombres en el bienestar de la infancia», concluye Martín García. «Los niños y las niñas tienen derecho a disfrutar por igual del contacto y apego con sus dos progenitores y a que no se les transmitan los roles sexistas desde la primera infancia».

Las políticas públicas deben acabar con la idea de que la maternidad es un deber social, mientras que la paternidad es más una elección individual

Excedencias no retribuidas, para las mujeres

Numerosos estudios muestran que cuando los permisos no son remunerados al 100 % o implican una disminución de ingresos suelen ser las mujeres las que se acogen a ellos. Si no hay salario de sustitución, la participación de los hombres se reduce drásticamente.

De hecho, la proporción de padres que utilizan el actual permiso de paternidad en nuestro país – remunerado como el de maternidad al 100 % de la base de cotización, pero de menor duración – está en torno al 80 %.

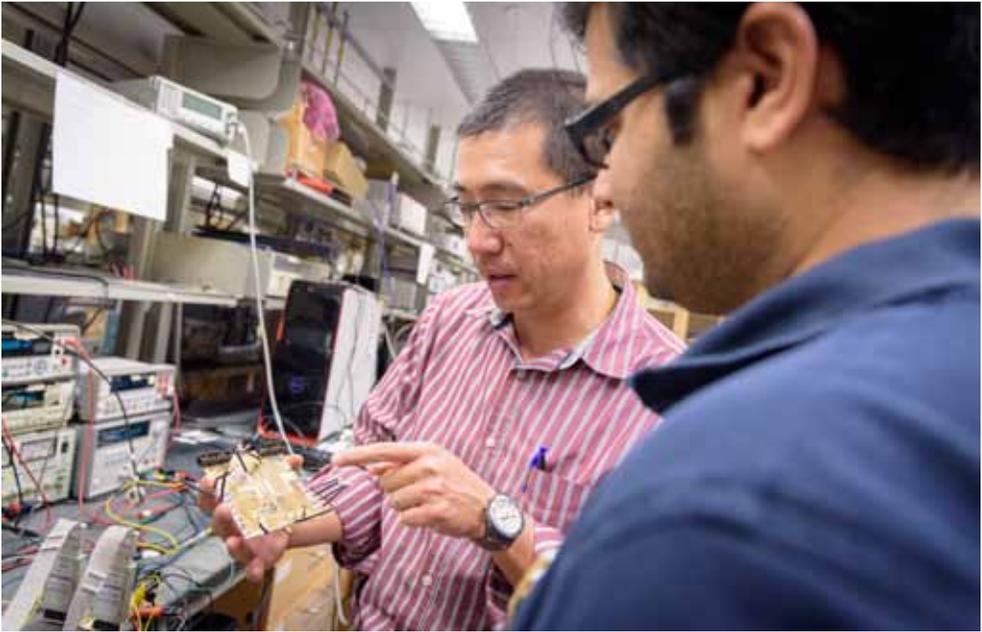
Esta cifra contrasta con los datos del Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, que revelan que en 2017, los hombres solo disfrutaron el 9,4 % de las excedencias no retribuidas por cuidado familiar.

NEUROPRÓTESIS QUE SUPERAN A LA CIENCIA FICCIÓN

¿Te implantarías un chip en el cerebro?

FEDERICO KUKSO | 30 OCTUBRE 2018

Nuevas prótesis cerebrales inalámbricas prometen liberar de su encierro a personas paralizadas, manejar drones y conectarnos a internet con el pensamiento. Estas neurotecnologías, que suenan a capítulo de *Black Mirror*, implican desafíos éticos y, posiblemente, una revolución social.



En abril pasado, **Vincent Leung** regresó a su casa después de un largo día de trabajo. Este ingeniero electrónico y director del Qualcomm Institute Circuits Labs de la Universidad de California en San Diego (EE UU) solo quería descansar y comer con su familia. Se cambió, preparó una cena ligera, se sentó en el sofá, encendió el televisor y se puso a ver en Netflix un episodio de la serie distópica *Black Mirror* en el que una madre sobreprotectora hacía que le implantaran a su hija un chip en la cabeza para vigilar todo lo que la niña observaba. Entonces, mientras Leung al fin se relajaba, un grito alteró la tranquilidad de su hogar. «¡Es lo que tú haces!», le gritó su esposa, que estaba justo a su lado.

Vincent Leung no lo niega. «Eso es ficción –aclara–. Pero es

cierto, estamos haciendo cosas más locas que las que se ven en la serie». Leung es uno de varios investigadores que recorren las fronteras de lo científicamente posible al desarrollar **neurotecnologías** cada vez más potentes.

Financiado por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa del Pentágono (**DARPA**), Leung trabaja en la próxima generación de implantes cerebrales inalámbricos. Los llama **neurograins** –o **neurogranos**– y son chips del tamaño de un grano de sal. «Mira –extiende una pequeña caja negra en la que se ve unos minúsculos puntitos metálicos–. ¿No son lindos?».

Leung se mueve con comodidad en su laboratorio lleno de cables, circuitos integrados, amplificadores, destornilladores y pizarrones. Durante décadas, se

Estas diminutas partículas de silicio, llamadas polvo neuronal, están basadas en los mismos principios de los neurogranos. Son capaces de monitorizar en tiempo real músculos, órganos y nervios en las profundidades del cuerpo. **IMAGEN** UC Berkeley

«*Black Mirror* es ficción, pero estamos haciendo cosas más locas que las que se ven en la serie»

dedicó a mejorar la potencia de los chips de los teléfonos móviles. Ahora, asegura, es tiempo de diseñar **chips para el cerebro**. Parece ser el próximo paso lógico.

Con los años, las tecnologías se han ido acercando al cuerpo. Hasta no hace mucho, para atender una llamada uno tenía que caminar hacia el teléfono fijo. Ahora, solo basta con sacar el móvil del bolsillo y llevarlo al oído o conversar directamente a través de pequeños audífonos –como los AirPods de Apple– en nuestras orejas. Todo indica que la próxima fase de las telecomunicaciones irá más allá: las tecnologías traspasarán la piel y se internarán dentro de nuestros cuerpos.

«Es un gran desafío científico –dice Leung–. En un principio, la idea es implantar los *neurograins* en la corteza cerebral, es decir, la capa externa del cerebro, de personas que han perdido cierta función debido a una lesión o enfermedad. Y a través de diminutos pulsos eléctricos, **estimular las neuronas atrofiadas**».

El equipo de Leung en la Universidad de California en San Diego forma parte de una amplia colaboración internacional –en la que también participan la Universidad de Brown, el Hospital General de Massachusetts, las universidades de Stanford y Berkeley y el Centro Wyss de Bioingeniería en Ginebra– para desarrollar **prótesis neuronales inalámbricas** capaces de registrar y estimular la actividad del cerebro.

Decenas de miles de *neurograins* podrían funcionar como una especie de intranet cortical, coordinada de forma inalámbrica mediante un centro de comunicaciones central en forma de

un **parche electrónico** delgado colocado sobre la piel. Así se abrirían nuevas terapias de **neuroorrehabilitación**, en especial teniendo en cuenta que esta red tiene capacidades tanto de ‘lectura’ como de ‘escritura’.

Los *neurograins* podrían ‘leer’ a las neuronas, esto es, registrar su actividad eléctrica, y también podrían estimularlas. «Podríamos transmitir datos del mundo exterior a los *neurograins* –indica Leung–. Por ejemplo, proyectar sonidos a personas sordas o imágenes a invidentes: si una persona ciega tiene su corteza visual intacta, podríamos tomar una foto con una cámara y por vía inalámbrica mandar una señal codificada en un lenguaje que el cerebro pueda entender».

CEREBROS CONECTADOS En 2004, **Matthew Nagle** –un hombre de 25 años tetrapléjico tras un incidente en el cual fue herido con un cuchillo– se convirtió en la primera persona en **mover objetos solo con el pensamiento**. El neurocientífico John Donoghue, de la Universidad de Brown, le implantó en la parte del cerebro donde se coordina la actividad motora lo que denomina BrainGate: un minúsculo chip de silicio de cuatro milímetros de lado con cien electrodos.

Se trató de la primera **interfaz cerebro-ordenador**: un sistema a través del cual se procesan y envían señales que viajaban por un haz de cables que salían del cuero cabelludo de Nagle hasta un carrito electrónico con un tamaño de refrigerador que le permitía, entre otras cosas, cambiar los canales de un televisor, ajustar el volumen, abrir y cerrar una mano ortopédica, mover el cursor de un

La idea es implantar los *neurograins* en el cerebro y, por vía inalámbrica, proyectar sonidos a sordos o imágenes a invidentes



En su laboratorio en la Universidad de California en San Diego, Estados Unidos, el ingeniero Vincent Leung trabaja en la próxima generación de implantes cerebrales inalámbricos. **IMAGEN** Qualcomm Circuits Lab

Elon Musk quiere construir una interfaz que permita transmitir imágenes de la retina de una persona al cerebro de otra

ordenador, leer correos electrónicos y jugar con videojuegos con solo imaginar que movía el brazo. «Los cerebros biónicos se hacen realidad», tituló por entonces la revista *Nature*.

Desde entonces, estas neurotecnologías no han hecho otra cosa que diversificarse. Además de las trece personas paralizadas que utilizan el sistema BrainGate, dos monos con implantes cerebrales en la Universidad de Duke fueron capaces de **dirigir sillas de ruedas** usando solo sus mentes. «Estas tecnologías abrirán todo un mundo de posibilidades –asegura el emprendedor Steve Hoffman de la *start-up* Founders Space–. No solo nos permitirá comunicarnos mente a mente, sino también conectarnos a internet a través del cerebro».

Estas afirmaciones parecen algo exageradas, sacadas de pe-

lículas como *The Matrix* o de novelas ciberpunks como *Down and Out in the Magic Kingdom* –un futuro cercano en el que todo el mundo está las 24 horas conectado a la red a través de un enlace cortical– hasta que uno se entera de iniciativas de DARPA como un programa con un presupuesto de cuatro millones de dólares llamado *Silent Talk*, cuyo objetivo es «permitir la comunicación de usuario a usuario en el **campo de batalla** sin el uso de voz vocal a través del análisis de señales neuronales».

En la última década, las interfaces cerebro-ordenador se han diversificado: empresas como Emotiv y NeuroSky han desarrollado **videojuegos** basados en estas neurotecnologías, al igual que la compañía japonesa Neurowear, que desarrolló en 2011 unas **orejas**

El polvo neuronal podrá tratar la epilepsia y el control de vejiga. Implantarlo será tan sencillo como hacerse un *piercing*

de gato llamadas Necomimi que responden a las emociones de sus usuarios. Y durante la ceremonia de apertura de la **Copa Mundial de Fútbol de Brasil**, en 2014, el neurocientífico Miguel Nicolelis mostró en dos decepcionantes segundos cómo un hombre parapléjico utilizaba un exoesqueleto robótico controlado por la mente para patear una pelota.

En este tiempo, la miniaturización se ha acelerado. En 2011, un equipo de la Universidad de California en Berkeley describió por primera vez unas diminutas partículas de silicio que denominaron «neural dust» (**polvo neuronal**), a grandes rasgos basadas en los mismos principios de los *neurograins*.

En 2017, dos de sus inventores, el neurocientífico **José Carmena** y el ingeniero **Michel Maharbiz**, inauguraron la compañía Iota Biosciences para desarrollar estos implantes inalámbricos que podrían cambiar la forma en que entendemos nuestros cuerpos: son capaces de monitorizar en tiempo real músculos, órganos y nervios en las profundidades del cuerpo —como demostraron en la revista *Neuron*—. Podrán tratar la epilepsia y el control de vejiga y, también en un futuro, controlar prótesis.

Los sensores de este polvo neuronal se comunican a través de ultrasonido con un parche que los activa y recibe información para cualquier terapia deseada. Sus impulsores imaginan que podrían ser implantados en un simple procedimiento ambulatorio, según Carmena, de la misma manera que una persona se hace un *piercing* o un tatuaje.

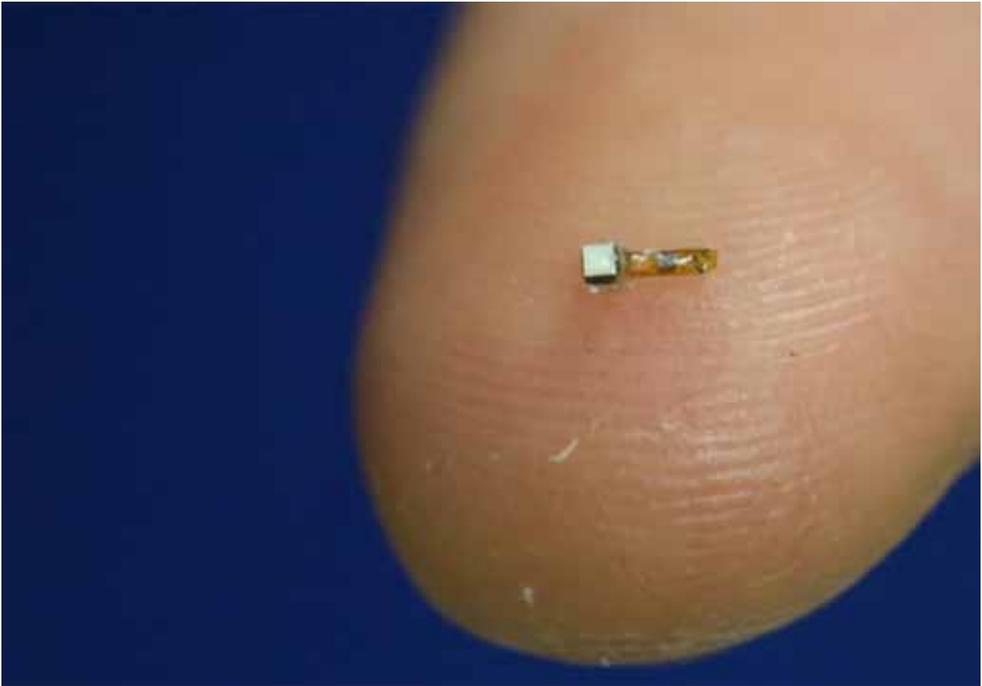
ESPERANZAS Y AMENAZAS Las posibilidades de las interfaces

cerebro-ordenador han atraído el interés de **Elon Musk**. En 2017, el multimillonario sudafricano, fundador de SpaceX y Tesla, reveló detalles de una nueva empresa, Neuralink, en San Francisco: construir una interfaz cerebro-ordenador implantable que nos permita comunicarnos de forma inalámbrica con cualquier cosa que tenga un chip. Esta simbiosis sería, según Musk, como nuestro seguro ante el «riesgo existencial» que significa el avance de la inteligencia artificial.

Suena todo muy *sci-fi*: en teoría, podríamos absorber conocimiento instantáneamente desde la nube o transmitir imágenes de la retina de una persona a la corteza visual de otra. «Creo que la mejor solución es tener una **capa de inteligencia artificial** que pueda funcionar **biológicamente** dentro de nosotros», dijo Musk. «El primer uso de la tecnología será reparar lesiones cerebrales como resultado de un accidente cerebrovascular», describió en un artículo extenso publicado en *Wait Buy Why*.

Por el momento, ese también es el objetivo de los investigadores detrás de los *neurograins*: permitirles a personas paralizadas por **esclerosis lateral amiotrófica, embolia cerebral** u otros trastornos salir de su encierro y comunicar sus necesidades y deseos a otros, operar programas de procesamiento de textos u otro *software*, controlar una silla de ruedas o neuroprótesis. «Sería una gran mejora de la calidad de vida», dice Leung. «Primero lo probaremos en primates no humanos».

¿Qué vendrá después? El objetivo de DARPA, se presume, consistiría en mejorar las habilidades



Trece personas paralizadas utilizan el sistema BrainGate, la primera interfaz cerebro-ordenador. Un chip de silicio implantado en el cerebro les permite ejecutar acciones con el pensamiento. **IMAGEN** BrainGate

del **personal militar**. «Podríamos llegar a manejar drones con el pensamiento», especula Leung, quien admite que el campo de las interfaces cerebro-ordenador es terreno fértil para la ciencia ficción.

Pero así como estas tecnologías abren nuevas posibilidades, también implican nuevos riesgos y **problemas éticos**. ¿Podrían grupos de *hackers* robar datos internos de un cuerpo –uno de los problemas actuales con los Fitbits– o usar el cuerpo de una persona en contra de su voluntad? «Las prótesis neuronales nos obligan a reevaluar cómo pensamos en la responsabilidad de nuestras acciones», señala el filósofo Walter Glannon.

Si bien, debido a regulaciones federales, es muy difícil sacar la

neurotecnología del laboratorio, los *neurograins* y el *neural dust* multiplican las esperanzas y también las amenazas, como la **pérdida de la individualidad y privacidad mental**.

«Los escenarios abiertos por las interfaces cerebro-ordenador conducen a interesantes preguntas sobre **lo que significa ser humano** –advierten los especialistas en neuroética Mark A. Attiah y Martha J. Farah en un artículo–. ¿Seríamos humanos si pudiéramos hacer que otros se movieran o actuasen a partir de nuestro pensamiento? ¿Seríamos humanos si nuestras mentes nunca operasen independientemente de los demás? Estas neurotecnologías podrían traer cambios sociales tectónicos».

¿Por qué los estadounidenses se creyeron la invasión marciana de 1938?

PABLO FRANCESCUTTI | 31 OCTUBRE

Hace 80 años, en 2018 las vísperas de Halloween de 1938, Orson Welles dio la campanada con su adaptación radiofónica de *La Guerra de los Mundos*, del escritor H. G. Wells. Parte de la audiencia se asustó con su relato de la invasión marciana que irrumpía en Nueva York. La «emisión del pánico» fue estudiada como ejemplo del poder de la radio y de la credulidad de las masas. ¿Qué las predispuso a considerar creíble el escenario estrambótico de un ataque alienígena?



«Damas y caballeros, interrumpimos nuestro programa musical para dar un boletín especial», anunció el locutor después del tango *La cumparsita*. «¡Los marcianos han aterrizado en Nueva Jersey!». Así comenzaba el parte informativo con el que la compañía de radioteatro de Orson Welles traspuso a las ondas **La Guerra de los Mundos**, la novela del escritor británico H.G. Wells.

Aunque no se trataba de *fake news*, pues de entrada se avisó de que era una dramatización, el ficticio boletín de la cadena CBS confundió a quienes sintonizaron la emisión empezada. Al día siguiente, 31 de octubre, se dijo que muchos oyentes se envolvieron la cabeza en toallas mojadas para protegerse del gas venenoso de los

invasores, otros se escondieron en sus sótanos con escopetas y un gran número de neoyorquinos escapó en coche de su ciudad.

La reacción de la gente parecía refrendar la teoría de la aguja hipodérmica. Sostiene esta que los medios de comunicación masivos (el cine y, sobre todo, la radio) inoculan sus mensajes en la mente del destinatario, logrando que los acepte ciegamente y reaccione en la dirección deseada.

Hoy existen serias dudas acerca de la magnitud del pánico y del porcentaje de la audiencia que se asustó; lo único contrastado es que la centralita de la CBS se vio colapsada por las llamadas de los oyentes y que Welles tuvo que improvisar una rueda de prensa al término de la función para aclarar

Orson Welles desató en pánico con un boletín ficticio de la cadena CBS en vísperas de Halloween.

La centralita de la CBS se vio colapsada por las llamadas de los oyentes y Welles tuvo que improvisar una rueda de prensa



Orson Welles durante la retransmisión del pánico.

La ciencia ficción arraigó con fuerza en Norteamérica, y en el momento de la «emisión del pánico» gozaba de un seguimiento masivo

lo sucedido. Es probable que gran parte de las anécdotas referidas fueran leyendas urbanas y que los medios, con afán sensacionalista, inflaran el efecto del programa explotando la creencia en el poder manipulador de la radio, muy extendido a la vista de su rol en el auge del nazismo.

El énfasis en la conducta de la audiencia determinó que se prestara escasa atención a la singularidad del mensaje: la **invasión extraterrestre**. Para la opinión pública este dato era secundario; se presumía que el público crédulo se habría tragado

si acaso la noticia de una plaga de gnomos en Central Park o de un desembarco vikingo en Manhattan... ¿Pero, realmente le daba igual un escenario que otro?

EL ANTECEDENTE DE LOS CANALES MARCIANOS Responder a la pregunta exige reconstruir el contexto de los hechos. En primer lugar, cabe tener en cuenta la familiaridad del público estadounidense con las especulaciones sobre la presencia de vida en la Luna y demás astros.

A finales del siglo XIX, el foco de la atención se depositó en Marte. En 1894, el astrónomo

El último factor influyente era la tensa situación internacional: faltaba menos de un año para la Segunda Guerra Mundial

estadounidense Percival Lowell aventuró que una red de canales artificiales cubría la faz del planeta rojo. En los años 60 del siglo siguiente, se comprobó que no existía tal red y el supuesto hallazgo pasó a los anales de la astronomía como el «espejismo marciano». Entre tanto, la presunción de que allí moraba una civilización inteligente mantuvo un gran predicamento.

Otro factor era el **aura todopoderosa de la radio**. En los años 20 del siglo XX, en Estados Unidos se creía que las antenas radiofónicas podían captar señales de otros mundos. En agosto de 1924, a sabiendas que el día 24 de ese mes el planeta rojo y la Tierra se hallarían a la distancia más corta de los últimos cien años, el general **Charles Saltzman** ordenó a las bases militares vigilar cualquier señal inusual, el almirante **Edward W. Eberlen** colocó un radiorreceptor a bordo de un globo a 3.000 metros de altura, y miles de radioaficionados se mantuvieron en alerta esperando captar el saludo de los marcianos... que no llegó. La decepción no acabó con la fe en un contacto radiofónico con inteligencias del espacio exterior, que resurgiría décadas más tarde con el proyecto SETI.

El siguiente factor era la ciencia ficción. El género nacido en el Viejo Mundo arraigó con fuerza en Norteamérica, y en el momento de la «emisión del pánico» gozaba de un seguimiento masivo. A través de cómics, novelas *pulp* y seriales cinematográficos, la cultura estadounidense se atiborró de aventuras protagonizadas por naves espaciales, criaturas extraterrestres y rayos ultradesruptivos. Su eficacia persuasiva

hacía creer que el futuro descrito se convertiría en realidad en muy corto plazo.

Una de esas narraciones impresionó especialmente a los lectores: la citada novela de HG Wells. En la obra publicada en 1897 se comparaba a la implacable armada marciana con las tropas británicas que, poco tiempo antes, habían exterminado a los aborígenes de Tasmania para arrebatarles su territorio. De mano de los marcianos imaginarios, el colonialismo inglés recibía su propia medicina. En su adaptación, el jovencísimo Welles se limitó a trasladar la acción de Londres a Nueva York.

Y el último factor influyente era la tensa situación internacional. Faltaba menos de un año para que estallara la **Segunda Guerra Mundial**, y los estadounidenses temían que el conflicto en ciernes les arrastraría a una conflagración muchísimo más destructiva que todas las anteriores.

Esa extraordinaria combinación de factores sugirió a la compañía teatral de la CBS la adaptación de la obra de Wells, alimentó la expectativa en una aplastante agresión enemiga, hizo creíble la aparición de los marcianos y otorgó verosimilitud al escenario de guerra interplanetaria.

Sin su concurrencia, difícilmente ningún oyente hubiera dado crédito al anuncio de que un rayo extraterrestre había vaporizado a 7.000 soldados de una tacada. Y sin la persistencia de esas percepciones, más el peso dejado por la emisión, difícilmente se hubiera producido, una década más tarde, uno de los más sorprendentes pánicos colectivos de la Modernidad: el fenómeno OVNI.

Cómo explicar ciencia a quienes más lo necesitan: los políticos

SERGIO FERRER | 3 NOVIEMBRE 2018

El Congreso de los Diputados de España abre sus puertas a #CienciaenelParlamento, una iniciativa ciudadana para lograr que el conocimiento científico se tome en cuenta en las decisiones políticas. Uno de sus referentes es la oficina de ciencia y tecnología del Parlamento Británico, POST, que desde hace 30 años proporciona a los legisladores información sobre temas como la edición genómica y los microplásticos. En Londres, los asesores de POST nos cuentan cómo trabajan.



Ciencia en el Parlamento nació en 2017. Es una iniciativa ciudadana independiente formada por científicos convencidos de que la ciencia debe ser una fuente de información a tener en cuenta para legislar. **IMAGEN** Cinta Arribas, SINC

No dicen a los políticos qué deberían hacer: «Solo presentamos evidencias de una forma imparcial», resume el director del POST

A orillas del río Támesis encontramos uno de los edificios más emblemáticos de Londres: el palacio de Westminster, que alberga hoy el Parlamento de Reino Unido. Desde hace 30 años, sus miembros disponen de información objetiva y fiable sobre temas como la investigación con embriones y los cigarrillos electrónicos. Todo gracias a la Oficina Parlamentaria de Ciencia y Tecnología (POST), un órgano de **asesoría científica** presente en numerosos países y que ahora España quiere importar con la iniciativa #CienciaenelParlamento.

Fundada en 1989, POST fue la segunda oficina de asesoramiento científico del mundo y es la más antigua en activo. Su precursora fue la Oficina de Evaluación de Tecnología (OTA) de EE UU, que funcionó entre 1972 y 1995, hasta que los republicanos la clausuraron por

motivos políticos, al no coincidir siempre con sus ideas.

«[El POST] empezó como una oficina financiada por organizaciones externas», explica a Sinc durante su visita a la oficina una de las directoras de intercambio de conocimiento, **Sarah Foxen**. Hoy obtiene sus recursos de ambas cámaras (la de los Lores y la de los Comunes, equivalentes a Senado y Congreso en España) y su presupuesto anual es de unas 600.000 libras (unos 680.000 euros). Está formada por **14 funcionarios independientes**, gobernados por un patronato de **parlamentarios e investigadores externos**.

UN VISTAZO AL FUTURO EN CUATRO PÁGINAS El producto estrella de POST son sus 'notas', documentos de cuatro páginas que compilan la evidencia disponible sobre un tema. «Son resúmenes accesibles,



equilibrados e imparciales sobre un área de investigación que creemos que va a ser importante y va a generar discusiones en el futuro, por lo que es útil que los parlamentarios tengan un conocimiento básico», comenta **Rowena Bermingham**, una de las asesoras de ciencias sociales del POST.

Cada frase escrita es un dato objetivo que incluye su fuente. El documento no hace recomendaciones ni dice a los políticos qué deberían hacer: «Solo presentamos evidencias de una forma imparcial», resume el director del POST, **Grant Hill-Cawthorne**. Es un ‘mínimo común denominador’ de los datos disponibles, que también destaca los puntos donde todavía no existe consenso.

El valor de estos textos reside en su **carácter prospectivo**, fruto de lo que se conoce como «explorar el horizonte». Hill-Cawthorne pone como ejemplo el documento sobre **enfermedades mitocondriales** publicado en 2014. «Habla de lo que luego se conocería como ‘**embriones de tres padres**’, y dio suficiente información de fondo sobre esta tecnología y sus implicaciones como para que los parlamentarios pudieran discutir la ley y cambiarla». En 2015, Reino Unido se convirtió en el primer país del mundo en aprobar esta técnica de fertilización *in vitro*.

EL RETO DE LA IMPARCIALIDAD Cambio climático, transgénicos, energía nuclear... La ciencia no escapa de

El palacio de Westminster alberga hoy el Parlamento de Reino Unido. **IMAGEN** Wikipedia

«Es genial cuando un político te da las gracias y ves que ha usado en su debate datos de tu nota», dice Bermingham

En España, la presidenta del Congreso ha prometido la creación de una oficina similar después de reunirse con los promotores de Ciencia en el Parlamento

la ideología, los sesgos personales y los intereses políticos y empresariales. Por ello, uno de los mayores retos de un organismo como POST es conservar su independencia y su credibilidad, y generar textos no partidistas.

Aquí entra en juego el patronato, una parte esencial de POST formada por 14 parlamentarios de distintos grupos e investigadores independientes que representan centros como la **Royal Society**. Su función es hacer la selección final de temas que el personal de la oficina preparará. También repasan el documento antes de su publicación, aunque la aprobación final la da el director de la oficina. Sobre todo, son quienes defienden la utilidad y relevancia de la oficina y evitan que termine como la OTA estadounidense.

La **fiabilidad** de los documentos de POST es debida a la gran cantidad de actores que participan en su redacción. Esto explica que cada documento de cuatro páginas requiera de **tres meses de trabajo**, una vez el tema es aprobado. «Entrevistamos a más de veinte expertos de la industria, reguladores, académicos, organizaciones benéficas, miembros del gobierno y de *think tanks*...», enumera Bermingham. A esto hay que sumar la literatura científica. Una vez juntadas todas las evidencias disponibles, se edita hasta crear un borrador listo para la revisión interna.

«Es una mesa redonda de dos horas en la que vamos línea por línea: ¿es accesible?, ¿está equilibrado?, ¿es imparcial?», dice Bermingham. Tras eso, el documento es devuelto a los académicos y expertos para que hagan una revisión por pares «como si fuera un *paper*». El documento se vuelve a

editar con las sugerencias recibidas, hasta que lo revisa y aprueba el director del POST.

Los casi 30 años de experiencia también hablan en su favor. «Los parlamentarios saben que tenemos un **proceso de revisión** y confían en él y en la marca que ha ganado el producto con el tiempo», dice Foxen. Además, es posible comprobar en internet quién ha sido preguntado y quién ha revisado cada uno de los documentos. El cambio climático puede tener un factor ideológico, pero los datos de temperatura son solo números.

El POST también tiene una **labor didáctica**. Cada nota es redactada por un estudiante de doctorado que hace prácticas en la oficina durante tres meses. «La idea es formar a la siguiente generación. Aunque luego vuelvan a la academia, habrán visto cómo funciona y se trabaja en el Parlamento», explica Bermingham.

En realidad, muchos **doctorandos** terminan trabajando en el POST o en puestos relacionados. Bermingham y Foxen son dos ejemplos de esto. **Helle Abelvik-Lawson** está terminando su doctorado y sus prácticas. Su historia es similar a la de sus compañeros veteranos: «Me pareció una forma muy interesante de probar algo nuevo y usar mis habilidades de investigadora para hacer algo riguroso y analítico». Su documento versa sobre el acoso y ya ha pasado por cuatro revisiones antes de su publicación.

MICROPLÁSTICOS Y AZÚCAR Medir el impacto de una agencia de asesoramiento científico no es sencillo. Los cambios políticos son lentos y difíciles de correlacionar con una única causa. «Intentamos ver si la gente cita nuestro

Uno de los grandes retos de la oficina de asesoría científica es conservar su independencia y su credibilidad

trabajo y nuestras notas son a menudo citadas en la literatura académica», explica Hill-Cawthorne.

En 2016, POST publicó un resumen sobre los microplásticos marinos que destacaba los efectos dañinos que pueden tener en el medioambiente y en la salud humana. Por ello, la Comisión de Auditoría Ambiental del Parlamento realizó una investigación y recomendó la prohibición de las **micropelotas** utilizadas en cosmética. Desde este año, su uso es ilegal.

En ocasiones, un tema es revisitado conforme avanza su investigación. Hill-Cawthorne recuerda la nota redactada en 1992 sobre azúcar y salud, cuando «la única evidencia existente era que provocaba caries». Surgieron pruebas sobre su relación con la diabetes y la obesidad y redactaron una nueva nota en 2015: «Llevó a discutir si el azúcar debía ser gravado o no y redactamos otra, en 2016, sobre sus implicaciones». Desde 2018, los refrescos son más caros en Reino Unido.

Birmingham añade que no es necesario hacer un **cambio de ley** histórico para hablar de éxito. «Estamos dando a los políticos herramientas para que hagan mejor su trabajo y eso es importante. Es genial cuando alguno te da las gracias y ves que ha usado en su debate datos de tu nota».

¿LA SEMILLA DE UN POST ESPAÑOL? La oficina británica de asesoramiento científico es la más antigua y una de las mayores del mundo, pero no es la única. Alemania, Francia, Suecia, México y el propio Parlamento Europeo son tan solo algunos ejemplos. La iniciativa ciudadana **Ciencia en el Parlamento** (CeeP) nació

en 2017 como respuesta a la falta de 'cariño' entre la política y la ciencia en España.

Hasta el momento, la presidenta del Congreso, Ana Pastor, ya ha prometido la creación de una oficina similar después de reunirse con los promotores de CeeP. Además, el 6 y 7 de noviembre se celebran unas jornadas de actividades en el Congreso, en las que participan FECYT y Cotec, que incluyen debates entre políticos y científicos.

El investigador del Hospital Gregorio Marañón de Madrid **Andreu Climent** es el ideólogo de CeeP. Explica que la idea de estas jornadas es «emular» cómo funciona una oficina de asesoramiento científico al poder legislativo. Para ello, han elaborado doce documentos similares a los de POST, centrados en temas como la inteligencia artificial y la conciliación familiar.

Climent deja claro que el objetivo de CeeP es generar el ambiente para que la oficina brote, no convertirse en la oficina. «Lo hemos hecho 24 voluntarios, pero si se quiere que funcione hay que hacerlo bien. Esto es como el mes de prueba de Netflix».

El investigador asegura que explicar en qué consiste la asesoría científica, tanto a científicos como a políticos, es un reto. «Aquí estamos acostumbrados a que venga un experto, nos cuente su punto de vista y eso sea la Biblia, y en realidad no es así. Se trata de ver cómo el conocimiento de una materia puede ayudar a su legislación». Lo fundamental no es que las decisiones estén «basadas en la evidencia» sino «informadas en la evidencia», lo que contribuirá a que tengan «más éxito».



Equipo de Ciencia en el Parlamento con Ana Pastor. IMAGEN FECYT

EMPODERAR A LA SOCIEDAD CIVIL «Queremos que cuando un político proponga algo, el rival pueda decirle ‘usted no se ha leído esto, no me venga con historias», dice Climent. «No es que estés cambiando la política, sino que subes el nivel de la discusión. En vez de hablar a partir de lo que has leído en internet, hablas a partir de algo revisado y contrastado».

El investigador subraya la importancia de entender que la evidencia científica «es aquello en lo que muchas personas están de acuerdo», y que esta «a veces es mucho menos que el conocimiento puntero». También de comprender que «**la ciencia no tiene respuestas absolutas**» y la necesidad de ser «crítico con las fuentes». Transmitir todo esto a la sociedad y los políticos es otro de los objetivos de CeeP.

¿Llegará a buen puerto el ‘POST español’ o terminará como la OTA

americana? Climent es muy optimista, y no solo por la gran acogida que asegura que ha recibido entre todos los grupos del Congreso. «Creo que puede funcionar porque por fin tenemos un sector científico lo bastante grande como para que gente con formación investigadora se dedique a hacer cosas que no son pura academia y a resolver problemas que no son del todo científicos».

Climent defiende que la clave para que la oficina nazca sana es conseguir que tenga una **estructura independiente y creíble** antes de institucionalizarla. «Diseñemos bien el patronato de políticos y científicos, con diputados que entiendan que esto no va en contra de una ideología, aunque a veces choque, sino que al final va a ser provechoso para todo el sistema». La lección de su homólogo británico es que el proyecto solo perdurará si los diputados creen de verdad en él.

«Queremos que cuando un político proponga algo, el rival pueda decirle ‘usted no se ha leído esto, no me venga con historias», dice Climent

MARGARITA SALAS, BIÓLOGA MOLECULAR

«No hace falta ser un genio para ser buena científica, yo soy una persona normal»

JESÚS MÉNDEZ | 01 DICIEMBRE 2018

Es un icono de la investigación en España. La que fuera discípula de Severo Ochoa en la década de los 60 acaba de cumplir 80 años y sigue yendo cada día al laboratorio. Hablamos de sus descubrimientos y patentes, de la discriminación por género y por edad, y de las condiciones de la ciencia actual. Sus palabras son un pedazo de historia de la ciencia.

Es uno de los referentes de la ciencia en España. Discípula de Severo Ochoa en su laboratorio de Nueva York, retornó en los años 60 a España para introducir el incipiente campo de la biología molecular. Margarita Salas (Canero, Asturias, 30 de noviembre de 1938) descubrió algunos de los secretos del ADN, desarrolló la patente más exitosa en la historia del CSIC y sigue trabajando en su laboratorio del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, en Madrid. De afrontar dificultades por su género ha pasado a lidiarlas a causa de su edad, asegura.

Hace unos días pronunció la conferencia que cerraba el CNIC-PhDay, un evento organizado por los estudiantes de doctorado del Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares. Hablamos, no sin antes esperar a que muchos de los estudiantes, nerviosos, aprovechen para hacerse una fotografía con ella.

Supongo que no le pedirán tantas fotos por la calle.

No, no, por la calle no me paran [sonríe].

Me gustaría empezar hablando de su investigación. Siempre se

menciona el descubrimiento y las aplicaciones de la polimerasa que patentó, pero ha hecho muchas más cosas. ¿De cuáles se siente especialmente orgullosa?

Bueno, conocer la dirección de lectura del código genético ha tenido muchas implicaciones. Según fuera esa dirección de lectura, el mensaje del ADN y las proteínas serían distintas. También descubrimos cosas muy importantes sobre la fabricación de proteínas. Todo eso lo hicimos durante mi estancia en el laboratorio de Severo Ochoa en Nueva York, de la que estoy muy



Margarita Salas en una imagen cedida por la investigadora.

«Elegimos un virus pequeño y accesible, más fácil para estudiarlo aquí en España, que era un desierto científico»

orgullosa. Ya de vuelta en España, descubrimos una proteína unida al ADN, necesaria para que este pueda duplicarse.

Junto a su marido, el también investigador Eladio Viñuela, estubo tres años en Nueva York con Severo Ochoa. ¿Por qué decidieron volver?

Bueno, consideramos que ya habíamos aprendido la biolo-

gía molecular que queríamos desarrollar y enseñar aquí en España. Quisimos volver para introducirla aquí.

Ahora sí, sobre la polimerasa. Es una proteína de un virus que infecta bacterias (el fago Phi29) y que permite duplicar el ADN. ¿Cuáles son sus principales características? Sobre todo, que una vez que empieza a funcionar, continúa hasta

el final de la cadena del ADN y es capaz de abrir la doble hélice al avanzar. Se usa para estudios forenses y arqueológicos, y en general para la secuenciación de genomas humanos.

En 1993, el Premio Nobel de Química fue concedido a Kary B. Mullis por el desarrollo de la PCR, otra técnica de amplificación del ADN, en este caso para regiones concretas. ¿Cree que usted también podría merecerlo?

No, el Nobel ya se lo dieron y ya no habría lugar. Pero bueno, nuestra técnica fue también muy importante y lo sigue siendo. La diferencia es que con la nuestra no se necesita saber la secuencia original y permite amplificar genomas enteros.

¿El descubrimiento de «su» polimerasa y de sus características tan particulares podía preverse o fue una suerte de serendipia?

Sí, sí lo fue. Nosotros elegimos el fago Phi29 porque era un virus pequeño y accesible, más fácil para estudiarlo aquí en España, que era un desierto científico. Encontramos cosas que no esperábamos: por ejemplo, las propiedades que la hacen tan especial para sus aplicaciones. Yo siempre digo que, en realidad, tuve suerte con la elección.

Las aplicaciones de la polimerasa generaron más de 6 millones y medio de euros en royalties hasta 2009, cuando la patente expiró. Es la patente más rentable de la historia del CSIC. El fago Phi29 sigue dando de sí, ¿verdad?

Sí. Por ejemplo, en los últimos años hemos desarrollado una quimera de la polimerasa (una versión optimizada) que la hace

más estable y que funciona con cantidades de ADN más pequeñas. Esto ha dado lugar a una nueva patente.

En alguna entrevista ha mencionado que antes se sentía discriminada por su género y que ahora siente algo parecido por su edad...

Bueno, cuando yo era joven a las mujeres no se nos consideraba capacitadas para investigar. Incluso mi director de tesis, Alberto Sols, era muy machista. Aunque después se convirtió. Recuerdo cuando volví de Estados Unidos y me dieron el premio Severo Ochoa de la fundación Ferrer. En esa comida se levantó y comentó: «Cuando Margarita vino a pedirme trabajo para hacer la tesis doctoral pensé: 'Bah, una chica. Le daré algo sin importancia, porque si no lo saca adelante no importará». Esa era la mentalidad en el año 1961. Ahora es distinto. Estoy muy bien considerada, pero también me encuentro con dificultades.

Por la edad.

Sí. Yo estoy oficialmente jubilada, lo que pasa es que tengo un nombramiento del CSIC de profesora *Ad Honorem*. Eso es lo que me permite seguir trabajando, pero hay limitaciones. Por ejemplo, no puedo ser investigadora principal para determinadas entidades financiadoras. Los que estamos en esta situación nos encontramos en un limbo.

Cuando usted y su marido fueron al laboratorio de Severo Ochoa, él les separó en dos proyectos diferentes. Les dijo que «al menos así aprenderían inglés».

Sí, yo creo que Ochoa lo que quería es que cada uno desarrollase su

«Mi marido y yo volvimos de Nueva York cuando ya habíamos aprendido la biología molecular que queríamos desarrollar en España»

«A mí me gustaría que la gente viniera al laboratorio en los días festivos porque quiere. Eso es lo que hacíamos en mi tiempo»

propia investigación. Fue una manera elegante de hacerlo. Yo en su laboratorio no sentí ninguna discriminación por el hecho de ser mujer. Él me trataba como persona.

Usted ha rechazado siempre la comparación que le han hecho con Marie Curie. Es curioso, porque se ha nombrado como el síndrome de Madame Curie al sesgo por el cual las mujeres piensan que deben ser extraordinariamente brillantes para poder competir en un mundo de hombres.

Sí. Yo creo que no hace falta ser un genio para ser buena científica. Yo me considero una persona absolutamente normal.

Usted es optimista sobre el acceso de las mujeres a la ciencia. Alguna vez ha dicho que el movimiento es imparable. ¿Cree que basta con dejar que evolucione o debemos hacer algo más para favorecerlo?

Yo no quiero cuotas, no quiero que a las mujeres se nos dé nada por el hecho de ser mujeres. Que se nos dé si lo valemos, pero que no se nos quite por el hecho de serlo.

Pero hay una discriminación invisible: en la presencia en los cargos más altos, en los salarios a igualdad de plaza...

Bueno, por ejemplo en el CSIC yo no veo discriminación, se mira el currículum independientemente de si se es mujer u hombre. Quizás en la universidad sea algo distinto. Lo que sí me parece bien es que haya acciones de visibilidad o que en los jurados de elección de plaza haya paridad para que se nos haga oír.

En alguna entrevista ha mencionado que muchos días es la última persona que se va de su laboratorio y que eso le da pena, porque los que tendrían que quedarse más tiempo deberían ser los jóvenes. Pero si es así, ¿cómo compaginar la ciencia con la conciliación familiar, por ejemplo, algo que debería afectar a todos? En los países del norte de Europa hay una política de horarios más racional en los laboratorios, ¿no es así?

Pero es que es una realidad que para dedicarse a la ciencia hay que echarle horas. Yo lo he compaginado, aunque sé que es difícil en ocasiones. De todas formas, en general, ahora se trabajan menos horas que antes. Ahora, si hay que venir en un día de fiesta, lo cambian por un día laborable. Yo lo veo lógico desde su punto de vista, pero a mí me gustaría que la gente viniera en los días festivos porque quiere. Eso es lo que hacíamos en mi tiempo.

¿Está cansada de que se le pregunte tanto por temas de género, o lo ve como una oportunidad para poder hablar de ello?

Estoy un poco cansada, la verdad. Yo me considero una persona normal que ha trabajado mucho porque me ha gustado mucho. Pero también he tenido una vida familiar y he disfrutado mucho de otras cosas. Me gustan el arte y la música, he ido a exposiciones y a conciertos... Pero me gusta trabajar duro.

Por último, si le concedieran un deseo para la ciencia en España, ¿qué pediría?

Dinero. Ahora mismo es un desastre, y el dinero es la mejor forma de demostrar que se valora la ciencia.

«Mi deseo para la ciencia española es dinero. El dinero es la mejor forma de demostrar que se valora la ciencia»

Por qué no es buena idea prohibir los ensayos con CRISPR en embriones humanos

MÓNICA SALOMONE | 04 DICIEMBRE 2018

El anuncio del chino He Jiankui, que dice haber editado el ADN de los embriones de dos gemelas, no ha dado lugar a una moratoria. Más bien al contrario. En la cumbre sobre edición del genoma en Hong Kong, los expertos reclaman un camino «responsable y riguroso» hacia este tipo de ensayos. Si se obstaculizan más, se podría empujar a otros como He a salirse de los sistemas de regulación.



Los expertos admiten que el uso de CRISPR podría permitir a padres con mutaciones causantes de enfermedades tener hijos sanos genéticamente emparentados, y que podría ser aceptable en el futuro en ciertos casos. **IMAGEN** Adobe Stock

Días después de que **Jiankui He** presentara el trabajo que supuestamente ha dado lugar a las primeras niñas de la historia fruto de embriones modificados genéticamente, el investigador del Instituto Crick británico **Robin Lovell-Badge** sigue tratando de poner al día su correo electrónico, inútilmente: «Los nuevos mensajes llegan más rápido de lo que tardo en responder los anteriores», reconoce.

Se comprende. La tormenta ética desatada por He se ha vivido como un debate global febril que

aún no ha concluido. Superada la fase de estupefacción hay, sobre todo, una pregunta: **¿Ahora qué?**

«Muchos científicos han condenado lo que ha hecho Jiankui He», explica Lovell-Badge, «pero no porque estén en contra de la edición de la línea germinal humana para curar o evitar enfermedades genéticas, sino porque se ha saltado las **normas de la práctica clínica**, y porque no ha hecho consultas profundas a otros científicos relevantes, a expertos en la clínica y en ética, a reguladores, antes de implantar los embriones para obtener embarazos».

Es más, el gen que ha escogido editar He para hacer a las dos niñas **inmunes al VIH** no se relaciona con una necesidad médica huérfana, «y lo que es peor,

las gemelas podrían estar más expuestas a otras enfermedades, como el virus West Nile y tal vez la gripe», continúa.

¿ÉTICAMENTE ACEPTABLE? EN EL FUTURO, QUIZÁ Ante ese panorama, ¿por qué al cierre del congreso de Hong Kong los 14 miembros del comité organizador –Lovell Badge entre ellos– no llamaron a una moratoria de cualquier ensayo que afecte a la línea germinal, como solicitaron, entre otros, **Feng Zhang**, del Broad Institute del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), uno de los creadores de CRISPR?

Al contrario, tras calificar de «irresponsable» y «profundamente inquietante» el proceder de He, los expertos mencionan las **ventajas de la edición de embriones**, ad-

Muchos condenan a He, pero no porque estén en contra de la edición para evitar enfermedades genéticas, sino porque se ha saltado las leyes

Hacen falta normas claras sobre edición genética que adquieran un rango similar a la declaración de derechos humanos, opina Montoliú

mitiendo que «podría permitir a padres con mutaciones causantes de enfermedades tener hijos sanos genéticamente emparentados», y que «podría ser aceptable en el futuro» en ciertos casos y siempre que se cumplan **criterios estrictos de seguridad y transparencia**, entre otros.

Sucede, explica Lovell-Badge, que «existe la preocupación de que se endurezcan los requisitos para investigar en métodos de edición lo bastante seguros y eficientes como para ser usados en la clínica. Y esto sería un error, porque podría forzar a otros como He a salirse de los sistemas normales de regulación».

DUDAS SOBRE LAS GEMELAS El investigador del Centro Nacional de Biotecnología **Lluís Montoliú**, convertido en fuente española por excelencia en todo lo referente a CRISPR, abunda: «El genio ya está fuera de la botella y no hay marcha atrás. Somos conscientes de que no podemos evitar que haya por ahí otros como He».

Montoliú –que responde desde un congreso en Portugal en el que «todos estamos hablando de esto aunque veníamos para otra cosa» –, aboga por definir unas pocas normas claras, a modo de líneas rojas, relativas a la edición de la línea germinal humana, y que adquieran un rango similar a la declaración de derechos humanos.

He está siendo investigado por las autoridades chinas y no ha trascendido aún si su trabajo se considera un delito en su país. Desde el punto de vista ético sus colegas ya le han condenado, sobre todo por poner en peligro la salud de dos niñas que en teoría deberán estar permanentemente

controladas. Nadie sabe el efecto que tendrán las supuestas modificaciones de sus genomas, porque parecen ser no solo las primeras personas que las tienen, sino también los primeros animales.

Es lo que ha explicado al mundo vía Twitter **Sean Ryder**, de la University of Massachusetts Medical School en Worcester (EE UU), tras analizar qué cuentan realmente las diapositivas mostradas por He en el congreso.

He pretendía inactivar el **CCR5**, el gen que emplea el VIH para infectar la célula, de manera que las niñas fueran inmunes al virus; pero las mutaciones logradas en el gen en cuestión son diferentes de las que en la naturaleza se han demostrado efectivas: es imposible saber si funcionarán. «Hasta donde sé, ninguna ha sido estudiada en modelos animales. **Moralmente inconcebible**», escribe Ryder. La propia elección del gen diana que se ha querido modificar, CCR5, ha sido muy criticada.

QUÉ PODRÍAMOS EDITAR PARA VIVIR MEJOR

En un escenario ideal –con una técnica ya bajo control pleno, segura, con un buen sistema de supervisión–, ¿qué interesaría modificar primero?

El premio Nobel **David Baltimore**, miembro del comité organizador, ha apuntado a enfermedades graves causadas por mutaciones en un único gen, como el **Huntington** o la enfermedad **Tay Sachs**. Hoy se puede recurrir al diagnóstico preimplantacional para prevenir miles de enfermedades causadas por un único defecto genético –creando embriones mediante fecundación *in vitro* e implantando solo los sanos–, pero no si padre y madre tienen la enfermedad.

No tiene sentido hablar de CRISPR para mejorar la inteligencia o los rasgos físicos

Sí podrá ser útil para evitar dolencias graves causadas por mutaciones en un único gen, como el Huntington

Para Lovell-Badge, la edición de embriones en estos casos llegará «y probablemente será segura, pero es imposible decir cuándo. Los métodos de edición del genoma avanzan tan rápido que es absurdo hacer predicciones».

Será decisivo también el grado de conocimiento sobre los posibles genes diana de las primeras aplicaciones clínicas: «Sabemos lo bastante sobre los genes implicados en la **anemia de células falciformes** o la **beta talasemia**, o sobre la **fibrosis quística**, pero no sobre CCR5, ApoE4 o muchos otros genes en los que el vínculo con la enfermedad es menos directo, y en los que los genes tienen funciones en múltiples sistemas».

ApoE4 es uno de los genes asociados con el riesgo de padecer **alzhéimer**. Pero no determina la enfermedad. Aun así, la revista MIT Technology Review –que fue de las primeras en alertar del trabajo de He– recogía declaraciones de un investigador de la Universidad de Harvard que estaría tratando de modificar ese gen en espermatozoides, con vistas a crear, en un futuro, bebés sin la enfermedad.

«He oído todo tipo de informaciones ridículas esta semana, pero esta de usar CRISPR para prevenir el alzhéimer es especial», escribía al respecto en Twitter el genetista **Gaetan Burgio**, de la Universidad Nacional Australiana.

¿BEBÉS DE DISEÑO? NO SABEMOS LO BASTANTE Y si el uso de CRISPR en embriones para prevenir alzhéimer despierta escepticismo, mucho más en el caso del **cáncer**. Como explica **Ewan Birney**, director del Instituto Europeo de Bioinformática, en Reino Unido, «las **enfermedades poligénicas** son mucho

más complicadas». No es planteable prevenir las editando el genoma de embriones.

Javier Benítez, director del Programa de Genética Humana del CNIO, está de acuerdo: «En **cáncer de mama**, por ejemplo, se conocen más de 300 genes implicados, y las combinaciones entre ellos de 30, 70, 100, van a marcar un mayor o menor riesgo. Por otro lado, nunca llegaremos a conocer el número de genes que confieren susceptibilidad al cáncer de mama».

CRISPR se emplea en la investigación del cáncer, pero no para prevenirlo en embriones, sino para tratar la enfermedad cuando ya ha aparecido, como explica **Sandra Rodríguez**, jefa de la Unidad de Citogenética Molecular del CNIO: «Se han desarrollado ensayos preclínicos en modelos celulares y animales para el tratamiento de leucemias, cáncer de pulmón, hígado o páncreas, pero no sabemos cuándo estarán disponibles estos sofisticados métodos en la clínica».

En un nivel técnicamente inalcanzable están los **rasgos de personalidad**, e incluso los estéticos: «Con la mayoría de los rasgos físicos, como la altura y la inteligencia, sabemos que hay muchos cientos, si no miles, de genes implicados», señala Lovell-Badge.

«Cada uno contribuye muy poco, así que sería difícil mejorar esos rasgos. Además muchos de estos genes tienen múltiples funciones, alterarlos puede tener efectos positivos en el cerebro y muy negativos en otros sistemas. Simplemente, no sabemos lo bastante como para mejorarlos mediante edición génica. Es mejor hacer deporte y obtener una buena educación».

Los premios de la ciencia en 2018

Nobel de Física

Donna Strickland IMAGEN Wikipedia



La Real Academia Sueca de las Ciencias otorgó el Premio Nobel de Física al estadounidense **Arthur Ashkin**, la canadiense **Donna Strickland** y el francés **Gérard Mourou** por sus revolucionarios avances en la física del láser.

En particular, Ashkin fue premiado «por sus pinzas ópticas y su aplicación a los sistemas biológicos», mientras que Mourou y Strickland, la tercera mujer reconocida con este premio, recibieron el galardón «por su método para generar pulsos ópticos ultracortos de alta intensidad».

Objetos extremadamente pequeños y procesos increíblemente rápidos se pueden observar hoy gracias a los trabajos e invenciones de los galardonados. Los instrumentos de luz que desarrollaron están abriendo áreas de investigación inexploradas y multitud de aplicaciones industriales y médicas.

Nobel de Química

Frances Arnold IMAGEN Wikipedia



Los galardonados con el Premio Nobel de Química de 2018 fueron **Frances H. Arnold**, por el control de la evolución de las enzimas, y **George P. Smith** y **Gregory P. Winter**, por una técnica que permite crear nuevos anticuerpos.

Inspirados por el poder de la evolución, los investigadores utilizaron los mismos principios para desarrollar proteínas que resuelven los problemas químicos de la humanidad. Así, lograron en el laboratorio dirigir y acelerar la evolución de las enzimas y las proteínas de unión. Estos avances hacen posible fabricar materiales, biocombustibles y fármacos para enfermedades autoinmunes o metástasis.

Por ejemplo, los usos de las enzimas de Arnold, la quinta mujer que gana el Nobel de Química, incluyen la fabricación de sustancias químicas más respetuosas con el medioambiente, productos farmacéuticos y combustibles renovables para un sector de transporte más ecológico.

Nobel de Medicina

James P. Allison IMAGEN Wikipedia



Los científicos **James P. Allison** y **Tasuku Honjo** fueron los ganadores del Premio Nobel de Medicina 2018 por su trabajo en inmunoterapia contra el cáncer, un nuevo enfoque contra la enfermedad consistente en liberar toda la artillería de nuestras defensas para combatir los tumores.

El cáncer mata a millones de personas cada año y es uno de los mayores desafíos de salud de la humanidad. Tanto Allison como Honjo han mostrado cómo se pueden usar diferentes estrategias para inhibir los obstáculos del sistema inmunitario en el tratamiento del cáncer. «Al estimular la capacidad inherente de nuestro sistema inmunitario para atacar las células tumorales, los galardonados de este año con el Nobel de Medicina han establecido un principio completamente nuevo en la terapia contra la enfermedad», indica el comunicado de la Fundación Nobel.

Premio Abel

Robert P. Langlands IMAGEN Wikipedia



Uno de los matemáticos contemporáneos más influyentes, **Robert P. Langlands**, fue galardonado con el Premio Abel de 2018 «por su programa visionario que conecta la teoría de la representación con la teoría de los números», según anunció el presidente de la Academia Noruega de Ciencias y Letras, Ole M. Sejersted.

El Premio Abel 2018, a veces conocido como el ‘Nobel’ de las matemáticas, reconoce un trabajo que se remonta a enero de 1967. En aquella época, con poco más de 30 años, Langlands era profesor asociado en la Universidad de Princeton (EE UU), donde trabajaba durante las vacaciones de Navidad.

El joven profesor se decidió a escribir una carta al veterano y gran matemático francés André Weil para plantearle una teoría que generó una visión completamente nueva de pensar sobre las matemáticas. De forma original vinculaba íntimamente dos áreas: la teoría de números y el análisis armónico, dos disciplinas que hasta entonces se consideraban no relacionadas.

Medalla Fields

Alessio Figalli IMAGEN Wikipedia



Este año las Medallas Fields fueron concedidas a los catedráticos **Peter Scholze**, de la Universidad de Bonn (Alemania); **Alessio Figalli**, de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza); **Akshay Venkatesh**, de la Universidad de Stanford (EE UU), y **Caucher Birkar** de la Universidad de Cambridge (Reino Unido).

Todos los galardonados son catedráticos de grandes universidades, además de expertos mundiales en ramas muy abstractas de las matemáticas: geometría aritmética, geometría algebraica, teoría de números y ecuaciones en derivadas parciales.

Han desarrollado carreras teóricas. Scholze fue nombrado catedrático con solo 24 años. Con la misma edad Figalli obtuvo la cátedra Hadamar de la parisina École Polytechnique y completó su tesis en solo un año. Venkatesh fue el estudiante más joven admitido por la Universidad de Western en Australia, con 13 años. Birkar, de origen kurdo y nacionalizado inglés, destacó en 2003 como el estudiante de doctorado más prometedor, según la London Mathematical Society.

Princesa de Asturias

Svante Pääbo IMAGEN Wikipedia



El biólogo sueco **Svante Pääbo** fue galardonado con el Premio Princesa de Asturias de **Investigación Científica y Técnica** de 2018. Es considerado uno de los fundadores de la paleogenética y ha dirigido el proyecto de secuenciación completa del genoma del neandertal. Demostró que otra especie humana –la denisovana– contribuyó en un 5% al genoma de los actuales habitantes de Australia y otras zonas de Oceanía.

El Premio Princesa de Asturias de **Ciencias Sociales** 2018 se lo llevó el catedrático de Filosofía **Michael J. Sandel**, por su obra sobre los fundamentos normativos de la democracia liberal y la defensa tanto de las virtudes públicas como del pluralismo de concepciones del bien en nuestras sociedades.

La organización sin ánimo de lucro **Amref Health Africa** fue galardonada con el Premio Princesa de Asturias de **Cooperación Internacional** 2018. Fundada en Kenia en 1957, trabaja para proporcionar atención quirúrgica de calidad a las poblaciones más remotas y desatendidas del este de África.

Rey Jaime I

Ramón Martínez Máñez IMAGEN UV



En la 30ª edición de los Premios Rey Jaime se galardonó a **María Vallet** en la categoría de Investigación Básica; **Enrique Silla** en la de Emprendedor; **Ramón Martínez-Mañez** en Nuevas Tecnologías; **Íñigo Losada** en el apartado de Protección del Medio Ambiente; **Dolores Corella** en Investigación Médica; y **Xavier Freixas** en Economía.

En la elección de los galardonados participaron 19 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.

Nacionales de Investigación

Rafael Rebolo IMAGEN Wikipedia



Este año, el Premio Nacional Blas Cabrera de Ciencias Físicas, de los Materiales y de la Tierra fue a parar a manos del astrofísico **Rafael Rebolo**. El Premio Nacional Julio Rey Pastor de Matemáticas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se lo llevó el físico e informático **Ramón López de Mántaras**.

El biólogo **Pedro Jordano Barbu-do** fue galardonado con el Premio Nacional 'Alejandro Malaspina' de Ciencias y Tecnologías de los Recursos Naturales y el químico **Luis Liz** recibió el Premio Nacional Enrique Moles de Ciencia y Tecnología Química. Por último, el físico **Pablo Artal** ganó el Premio Nacional Juan de la Cierva de Transferencia de Tecnología.

Creados en 1982 y concedidos por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, estos premios son de los más importantes en la investigación científica y reconocen la labor de los científicos españoles en su campo. Llevaban cuatro años sin convocarse.

Premio de la UE para mujeres innovadoras

Alicia Asín IMAGEN Libelium



El primer premio europeo para mujeres innovadoras de 2018, dotado con 100.000 euros, fue para la italiana **Gabriella Colucci**, fundadora de la empresa biotecnológica Arterra Bioscience. El segundo, dotado con 50.000 euros, fue para la española **Alicia Asín Pérez**, fundadora y directora de Libelium; y el tercero, por valor de 30.000 euros, para la austríaca **Walburga Fröhlich** por su empresa Atempo.

Además, el premio Joven Innovadora, de 20.000 euros, fue para **Karen Dolva**, la empresaria noruega que fundó No Isolation, que tiene como fin la creación de dispositivos de comunicación personalizados para grupos socialmente aislados.

Este año se celebró la quinta edición de estos galardones, que tienen como objetivo concienciar a la opinión pública sobre la necesidad de una participación más activa de la mujer en la innovación empresarial, ya que solo el 31% de los empresarios en la Unión Europea (UE) son mujeres.

Premios IgNobel

Francisco Alonso IMAGEN UV



El Ig Nobel de la Paz 2018 recayó en un grupo de investigadores de la **Universidad de Valencia** dirigidos por **Francisco Alonso** por medir los efectos de gritar e insultar al conducir.

En Educación Médica, ganó un doctor japonés por su técnica de autocolonoscopia; en Medicina, un estudio sobre la montaña rusa y los cálculos renales; y en Medicina Reproductiva, un trabajo que mide las erecciones durante el sueño pegando sellos postales en el pene.

El estudio ganador del Ig Nobel de Antropología afirma que los chimpancés imitan a los seres humanos tanto como los seres humanos imitan a los chimpancés, el de Literatura revela que la gente no lee los manuales de instrucciones, el de Economía prueba que el vudú ayuda a aliviar el estrés laboral, el de Nutrición calcula las calorías de una dieta humana canibal, el de Biología estudia el olor de las moscas en el vino y el de Química, muestra que la saliva limpia bien algunas superficies. Los Ig Nobel premian los estudios que hacen que las personas rían y luego piensen.

Un año de SINC en datos

Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2018. Fuente: Google Analytics, Acceso 360

SESIONES

5.357.769

VISITAS A PÁGINAS

6.884.999

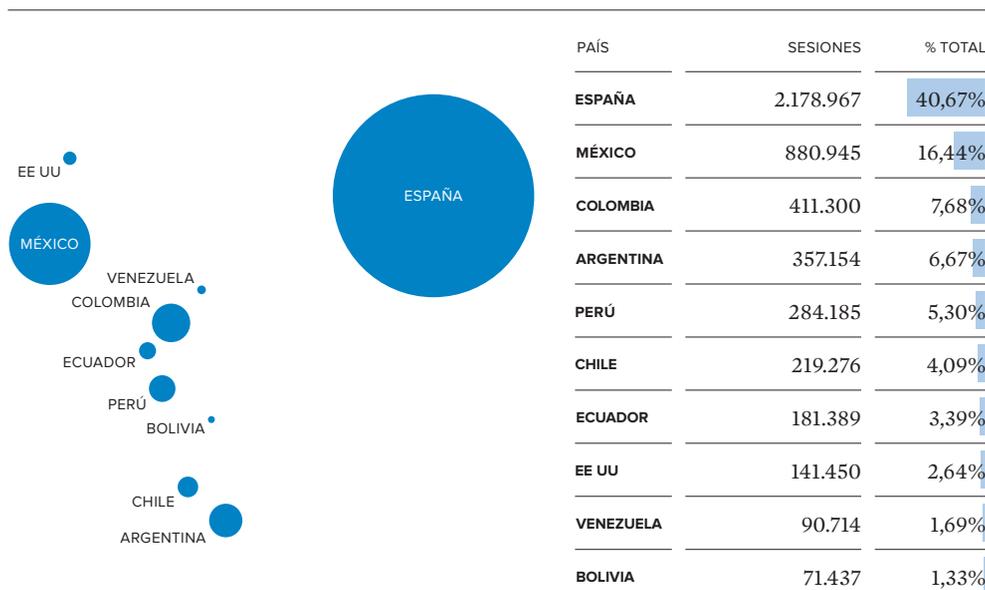
USUARIOS

4.261.712

AUDIENCIA EN OTROS MEDIOS

4.601.590.548

ORIGEN GEOGRÁFICO DE LAS SESIONES



USUARIOS REGISTRADOS EN SINC A 31 de diciembre de 2018

561
Instituciones

1.306
Periodistas

COBERTURAS

Este año, SINC informó desde congresos y reuniones, como la entrega de Premios Jaime I, en Valencia; el Congreso Europeo de Dermatología, en París; las primeras jornadas de Ciencia en el Parlamento; la Graphene Week, en San Sebastián; la Conferencia sobre Género y Diversidad del Proyecto Cerebro Humano, en Madrid, y el EuroScience Open Forum (ESOF), en Toulouse. Debatíó con investigadores de IBM Research Zúrich sobre seguridad en la computación cuántica y participó en la 5ª Conferencia Europea de Periodistas Científicos en Toulouse, invitada por la Knight Foundation.

SINC actúa como *media partner* del proyecto europeo SCOPE para comunicar los resultados de proyectos asociados al Graphene Flagship y el Human Brain Project.

COLABORACIONES

SINC ha colaborado con la revista *Muy Interesante*, el suplemento *Tercer Milenio* de *El Herald de Aragón*, el programa *Carne Cruda*, en eldiario.es; *A hombros de gigantes*, de Radio Nacional de España; *La tarde contigo*, de Canal Extremadura; *Efervescencia*, de Radio Galega y *El tiempo*, de Antena 3.

Desde 2018 SINC forma parte del *advisory board* del proyecto europeo CONCISE para analizar el papel de la comunicación sobre las creencias de la ciudadanía europea respecto a la ciencia.

FORMACIÓN Y EVENTOS

Los redactores de SINC han participado en más de 35 actividades de formación especializada, jornadas, mesas redondas y coloquios sobre periodismo científico, mujeres en la ciencia, Ciencia en el Parlamento, cuidado de pacientes e investigación médica.

En 2018, SINC ha estrenado #SINCronizados, una serie de coloquios retransmitidos en directo; y ha celebrado su décimo aniversario con un evento en La Casa Encendida de Madrid.

BECAS

SINC se consolida como escuela de jóvenes periodistas científicos por octavo año consecutivo. Ya son 36 los estudiantes que han aprendido en SINC las claves de un periodismo de ciencia riguroso y orientado al gran público.

PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS DE SINC EN 2018

Accésit en la IV edición Foro Premios Albert Jovell en la categoría de mejor trabajo periodístico del ámbito sanitario para **Laura Chaparro** por su reportaje 'Cáncer y salud mental, una alianza perversa'.

Mención especial en los Premios de Periodismo en Medicina Personalizada de Precisión de la Fundación Instituto Roche en medios impresos y digitales para **Jesús Méndez** por su reportaje 'Las vacunas contra el cáncer empiezan su segunda vida'.

Ana Hernando fue finalista del **Premio Boehringer Ingelheim** al Periodismo en Medicina en categoría digital por el reportaje 'La empresaria que quiere curar cerebros desde casa'.

El **Observatorio PerCientEx**, una iniciativa de la Associació Catalana de Comunicació Científica (ACCC), con la colaboración de la Obra Social «la Caixa», seleccionó cuatro reportajes de Sinc como piezas de periodismo científico excelente.

LO MÁS LEÍDO

- ① Basta de tomaduras de pelo: qué funciona y qué no contra la calvicie
- ② Guía para observar el eclipse de Luna más largo del siglo
- ③ Cómo logró Stephen Hawking vivir décadas con una enfermedad que mata en pocos años
- ④ Sandra Jurado: «La plasticidad cerebral nos permite cambiar y aprender hasta el final»
- ⑤ Vinay Prasad: «El 40% de lo que hacemos los médicos es incorrecto»
- ⑥ Eliminan el cáncer de mama gracias a las células T de la propia paciente
- ⑦ Descubierta un mecanismo fundamental para reparar los nervios dañados
- ⑧ Maria Antònia Canals: «Los maestros tienen que escuchar más a los niños»
- ⑨ Te equivocas, la crema solar no se echa como crees
- ⑩ ¿Pueden convivir el lobo y el ganado?

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, 2018

E-NIPO 692-19-003-6
DEPÓSITO LEGAL M-3064-2015

IMAGEN DE PORTADA AdobeStock

En 2018, Jiankui He anunció el nacimiento de las primeras niñas de la historia fruto de embriones modificados con CRISPR. Los expertos fueron unánimes al criticar la irresponsabilidad de este científico chino. En la imagen, estructura molecular del sistema de edición genómica CRISPR/Cas9.

www.agenciasinc.es

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

Underbau

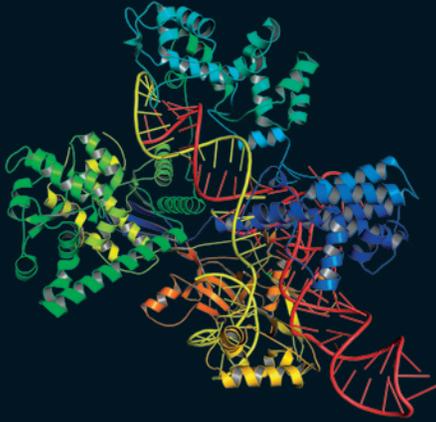
MAQUETACIÓN

Advantia, Comunicación Gráfica, S.A.

IMPRESIÓN

Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.

NIPO 692-19-004-1



ANUARIO SINC
LA CIENCIA ES NOTICIA

2018



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

sinc
La ciencia es noticia