

# **UNIVERSO**

**N.º 96**

**20 de mayo de 2018 – 20 de junio de 2018**

## **SUMARIO**

- **Presentación**

- **Actualidad científica**

- **Breves**

- **En profundidad**

- El Hierro: vivir del aire

- **En desarrollo**

- Juno desvela las entrañas de Júpiter
- El reloj biológico, un pulso entre la Naturaleza y la sociedad
- Soluciones matemáticas para perder el miedo a los números

- **Libros**

- **De cerca**

- “La inmortalidad es solo cuestión de tiempo”. Entrevista a José Luis Cordeiro, coautor del libro *La muerte de la muerte*

- **Grandes nombres**

- Galileo Galilei: ¡Y, sin embargo, se mueve!

## **Presentación**

La isla canaria de El Hierro ha logrado vivir del aire a lo largo de 18 días. Y es que ha conseguido el hito histórico de que el viento soplara lo suficiente y de la forma adecuada para poder cubrir 432 horas de la demanda eléctrica de la isla con energía hidroeólica. Dedicamos a este asunto un amplio reportaje.

Según las estadísticas, el 28 por ciento de las mujeres españolas han decidido no ser madres. Al hilo de estos datos, tratamos de responder a la polémica pregunta de si el instinto maternal es más innato que social o más educacional que genético.

Los últimos datos recogidos por Juno, la sonda de la NASA dedicada al estudio de Júpiter; una entrevista con el coautor de un libro sobre la inmortalidad, un reportaje que propone soluciones para perder el miedo a las matemáticas, y la vida de Galileo, son otros contenidos que te ofrecemos en el número 96 de *Universo*.

## **Actualidad científica**

### **Breves**

#### **Descubierto un nuevo órgano gigante que no se ve bajo el microscopio**

Investigadores de la Escuela Universitaria de Medicina de Nueva York (EE. UU.) han identificado un componente desconocido del cuerpo humano que clasifican como un órgano nuevo. Dicho componente, que se denomina intersticio, es una red de cavidades rellenas de líquido que se encuentra bajo la piel y recubre muchos otros órganos.

Hasta ahora se hablaba de un “espacio intersticial” entre las células, pero no de un órgano. Ha pasado desapercibido porque los conductos se vacían y allanan por completo al fijar las muestras anatómicas en láminas de microscopio, dando la impresión de un tejido denso y macizo.

Los científicos sugieren que el intersticio podría actuar como un amortiguador para evitar que se desgarran los tejidos por el movimiento de los músculos, las vísceras y los vasos sanguíneos. Según describen en la revista *Scientific Reports*, las cavidades están formadas por una estructura externa de colágeno y elastina, dos proteínas que le confieren resistencia y elasticidad, respectivamente. Además, el líquido que producen las células alimenta el sistema linfático, encargado de generar la respuesta inflamatoria y de mantener los glóbulos blancos del sistema inmune.

El intersticio se encuentra bajo la piel, entre los músculos y en el revestimiento de los pulmones, de los vasos sanguíneos, del sistema digestivo y del sistema excretor. Al conectar casi todo el cuerpo por oquedades con líquido en movimiento, los científicos creen que puede tener un papel importante en la proliferación del cáncer. Además, los autores del estudio explican que, con la edad, el deterioro de las proteínas que forman la estructura externa de las cavidades puede contribuir a la formación de arrugas en la piel, rigidez de las extremidades y la progresión de fibrosis y enfermedades esclerosas o inflamatorias.

“Este descubrimiento tiene el potencial de impulsar avances radicales en medicina, incluida la posibilidad de que tomar muestras del fluido intersticial se convierta en una potente herramienta de diagnóstico”, afirma el autor del estudio, Neil Theise, en un comunicado. Junto con la piel, el intersticio es uno de los órganos más grandes del cuerpo.

#### **Un estudio revela que las cejas han sido fundamentales en la supervivencia humana**

Las cejas, altamente móviles, utilizadas para expresar una amplia gama de sutiles emociones, han jugado un papel crucial en la supervivencia humana, según apunta una investigación de la Universidad de York. “Mostrar sentimientos más matizados, como el reconocimiento y la simpatía, permite una mayor cooperación entre las personas”, afirman los investigadores.

Una pronunciada protuberancia en la frente, tal y como sucede con las cornamentas de un ciervo, era una “señal permanente de dominación y agresión en nuestros antepasados primitivos”. Por eso los humanos modernos desarrollaron una “frente lisa con cejas más visibles y velludas capaces de un mayor rango de movimiento”, señala el estudio, publicado en la revista *Nature Ecology & Evolution*.

“Las cejas móviles nos dieron las habilidades de comunicación para establecer grandes redes sociales”, afirma Paul O’Higgins, profesor de Anatomía en la Universidad de York. Convertir las cejas que sobresalían en los cráneos de los antepasados humanos en frentes más verticales permitió, según los investigadores, mostrar “emociones más amistosas que ayudaron a formar vínculos sociales entre individuos”.

El estudio detalla que los movimientos de las cejas “permiten expresar emociones complejas, así como percibir las emociones de los demás”. “Un rápido movimiento de cejas es un signo transcultural de reconocimiento y apertura a la interacción social, y alzar las cejas es una expresión de simpatía”, indica.

Los autores recuerdan que se ha demostrado que las personas que se han sometido a un tratamiento con bótox, que limita el movimiento de las cejas, son menos capaces de empatizar e identificarse con las emociones de los demás. “Las cejas son la parte que falta en el rompecabezas de cómo los humanos modernos lograron llevarse mejor entre ellos que otros homínidos ahora extintos”, concluyen.

### **El color oscuro del plumaje limita la distribución espacial de las aves**

Investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y la Estación Biológica de Doñana (EBD), ambos del CSIC, han comprobado cómo el plumaje de las aves influye a la hora de determinar sus áreas de distribución. Gracias a este estudio, que incluye el análisis de 96 especies, han podido comprobar que en las áreas más soleadas y calurosas de España, las aves exhiben plumajes de tonalidades más claras.

“Hemos detectado una asociación positiva entre la reflectancia del plumaje, es decir, su capacidad para reflejar la radiación solar, y la insolación y temperatura de las áreas de distribución de las aves en primavera y verano. Este patrón no se ve afectado por la cantidad de precipitaciones”, explican los autores del trabajo, publicado en *Functional Ecology*.

Según el MNCN, los resultados confirman que las aves que ocupan las áreas más calurosas y soleadas presentan una pigmentación del plumaje más clara, lo que sugiere que las más oscuras ven limitadas las zonas donde pueden habitar en función de la temperatura y la radiación.

## **Logran por primera vez un atisbo de la cuarta dimensión**

Un reciente experimento llevado a cabo por dos laboratorios independientes, uno en Suiza y otro en Estados Unidos, muestra una vía por la cual sería posible observar fenómenos de dimensiones superiores desde un sistema de dimensiones inferiores, es decir, ser capaces de tener un atisbo de la cuarta dimensión desde nuestro mundo esencialmente tridimensional.

Por supuesto, los experimentos, cuyos resultados se publican en la revista *Nature*, se han realizado en el inhóspito terreno de las partículas subatómicas, un mundo microscópico con sus propias reglas (descritas por la Mecánica Cuántica), donde las leyes de la física tradicional dejan de funcionar, y en el que las partículas de las que todos estamos hechos son capaces de hacer cosas extraordinarias.

Cada uno de los dos laboratorios ideó su propia configuración experimental, la primera con átomos ultrafríos y la segunda con partículas de luz (fotones), algo que les permitió vislumbrar la cuarta dimensión espacial en virtud del efecto Hall cuántico, la versión cuántica del conocido efecto Hall de los campos eléctricos.

Según Mikael Rechtsman, de la Universidad de Pensilvania, líder de uno de los equipos de investigadores, “cuando la teoría predijo que el efecto Hall cuántico se podía observar en el espacio tetradimensional, se consideró como algo de interés puramente teórico, porque el mundo real consiste en solo tres dimensiones espaciales. Era, más o menos, una curiosidad. Pero ahora hemos demostrado que el efecto Hall cuántico de cuatro dimensiones puede emularse utilizando fotones (partículas de luz) que fluyen a través de una intrincada pieza de vidrio, una matriz de guías de ondas”.

En definitiva, ambos experimentos demuestran cómo se vería un efecto si ocurriera en cuatro dimensiones, aunque eso, según los investigadores, no constituye una prueba de que un sistema genuino de cuatro dimensiones se comporte, efectivamente, del modo observado.

En cuanto a las posibles aplicaciones prácticas del hallazgo, no existe ninguna que pueda implementarse a corto plazo. En palabras de Oded Zilberberg, del equipo de Suiza, “en este momento esos experimentos todavía están lejos de cualquier aplicación útil”. A pesar de ello, este tipo de investigaciones científicas podría ayudar a desentrañar aspectos de la Teoría de Cuerdas, según los cuales muchas dimensiones superiores se “comprimieron” en el pasado de tal manera que en la actualidad solo existe el mundo tridimensional que vemos a nuestro alrededor.

## **Los gemelos Kelly siguen siendo gemelos tras su viaje al espacio**

Los astronautas Scott y Mark Kelly siguen siendo gemelos idénticos tras su viaje al espacio, en contra de las informaciones que aseguraban que un siete

por ciento del ADN del primero no había vuelto a la normalidad y que, por tanto, ya no eran totalmente iguales.

En marzo de 2015 Scott Kelly despegó rumbo a la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés) para iniciar una aventura de 340 días, uno de los viajes espaciales más largos realizados hasta entonces. Antes del lanzamiento, Scott y su hermano, el también astronauta Mark Kelly, propusieron a la NASA que, dada su condición de gemelos idénticos, la Agencia podría estudiar en ellos las variaciones genéticas ocasionadas por estancias prolongadas en el espacio.

De esta forma, desde su regreso en 2016, los científicos han analizado los datos recogidos, tratando de entender cuáles son las diferencias en la evolución del ADN de los dos hermanos y el origen de esas modificaciones.

Recientemente aparecieron multitud de informaciones afirmando que los hermanos Kelly ya no eran idénticos y que un siete por ciento del ADN de Scott no había vuelto a la normalidad, citando como fuente un comunicado de prensa de la NASA. Lo cierto es que, aunque sí se detectaron algunas variaciones en el material genético de Scott Kelly tras su regreso, viajar al espacio no había alterado su ADN.

“Mark y Scott siguen siendo gemelos idénticos; el ADN de Scott no ha cambiado en lo esencial”, ha explicado la NASA en un comunicado para desmentir dichas informaciones. “Lo que los investigadores sí han observado son cambios en la expresión génica, que es la manera en la que el cuerpo reacciona a su entorno”. La Agencia explica también que esas modificaciones están dentro del rango de lo normal en situaciones de estrés y que son análogas a las que se pueden dar en alpinistas o buceadores.

## En profundidad

# El Hierro: vivir del aire

Por Aurora Gozalo

**La isla canaria de El Hierro acaba de conseguir un hito histórico: que el viento soprase lo suficiente y de la manera adecuada para poder cubrir 432 horas de la demanda eléctrica insular con energía hidroeólica. O lo que es lo mismo: vivir del aire durante 18 días.**

Cuando en 1997 se aprobó el Plan de Sostenibilidad de la isla de El Hierro, nadie pensó que hoy, 21 años después, el faro de Punta Orchilla guiaría a los barcos durante 18 días seguidos con energía cien por cien renovable, generada con la fuerza del viento, la caída del agua y la destreza de la ingeniería.

Y es que la energía producida en la central hidroeólica de Gorona del Viento es la única en nuestro país que combina dos tecnologías renovables para tratar de controlar la aportación de dos fuentes naturales que son imprevisibles, el viento y el agua, hasta cubrir las necesidades eléctricas de esta isla de casi 270 km<sup>2</sup> durante cerca de tres semanas. Parecía inalcanzable, pero las mejoras en las previsiones meteorológicas y en los procedimientos de actuación han conseguido que la isla canaria se convierta en un referente mundial de sistema eléctrico aislado cien por cien renovable.

Gorona del Viento, con un 66 por ciento de su propiedad perteneciente al Cabildo de El Hierro, un 23 por ciento a Endesa y el resto al Gobierno canario, inició su actividad en 2014 por temporadas, pero no fue hasta 2015 cuando se conectó plenamente a la red insular y se convirtió en una herramienta clave para la cobertura de su demanda. Ese año, el 19,2 por ciento de los megavatios consumidos en esa isla fueron de origen verde, según datos de Red Eléctrica de España. Un año después, la cuota se duplicó hasta alcanzar el 40,7 por ciento sobre el total.

2017 fue un año especialmente bueno para la única hidroeólica de España, ya que su contribución alcanzó los 20.234 megavatios hora (MWh), lo que representaría el 46,5 por ciento de toda la electricidad demandada por la isla. En 2014, con la central aún en construcción, las renovables significaron un discreto 2,3 por ciento del total.

### **Una combinación perfecta**

“Cuando se puso en marcha esta instalación parecía una utopía. Hoy se ha visto su utilidad plenamente”, explica Belén Allende, presidenta del Cabildo insular de El Hierro, entidad poseedora del 60 por ciento de la central hidroeólica, quien señala que “la eólica, al igual que, por ejemplo, la fotovoltaica, presenta dificultades para su integración masiva en sistemas insulares, ya que son fuentes intermitentes” cuya contribución habría de ser

sustituida por generación termoeléctrica con motores de fuel, más resolutiva ante las adversidades climáticas, pero también más cara y contaminante.

Al emplear recursos naturales inagotables y prescindir del petróleo, la factura energética se abarata no solo desde un punto de vista económico, sino también ambiental: Red Eléctrica de España, el operador del sistema eléctrico nacional, estima que desde su entrada en funcionamiento, Gorona del Viento ha evitado la emisión de cerca de 30.000 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La apuesta de El Hierro por la generación limpia se basa en la combinación de eólica e hidráulica de forma que “el excedente eólico se destina a elevar agua entre el depósito inferior y el superior” y, en caso de escasez de viento, este “se suple con la generación hidráulica a partir de la caída entre los dos depósitos”, subraya Allende, quien puntualiza que, “por un lado, conseguimos almacenar el excedente en forma de agua y, por otro, el funcionamiento conjunto hace que el aporte de energía que sale de Gorona del Viento sea fijo, estable, seguro y pueda mantener la totalidad de la demanda eléctrica insular con recurso disponible”.

El hito histórico, no superado por ninguna otra isla de similar tamaño, ha sido hacer frente a la cobertura de la demanda de electricidad con energía cien por cien procedente del viento y el agua durante 18 días. Pero, ¿qué ha hecho falta para hacerlo posible? La presidenta del Cabildo lo tiene claro: “Un buen escenario de viento y estar ante un sistema cada vez más experimentado y capaz de optimizar el recurso disponible”. “Puede que con anterioridad hayamos tenido las mismas condiciones de viento y agua disponibles, no lo sé, pero no las mismas de experiencia del sistema”, matiza.

Los vientos favorables del mes de julio de 2017 también permitieron hacer historia a esta región de 10.600 habitantes, que alcanzó una cuota de producción renovable que significó el 79,4 por ciento de su demanda mensual.

### **Gorona del Viento, el laboratorio hidroeólico español**

El proyecto hidroeólico de Gorona del Viento está compuesto por dos depósitos, uno superior con capacidad para 380.000 metros cúbicos, y otro inferior, con capacidad para 150.000. Estos depósitos están conectados a la central de bombeo, encargada de elevar nuevamente el agua una vez vertida al depósito superior. La central de bombeo consta de dos grupos de bombas de 1.500 kilovatios y seis grupos bomba de 500. También están la central de turbinación y el parque eólico, que consta de un conjunto de cinco aerogeneradores.

El parque eólico de Gorona del Viento, con cinco estructuras de acero de 64 metros de altura, es capaz de suministrar energía directamente a la red y, a la vez, alimenta a un grupo de bombeo que embalsa el agua en un depósito elevado como sistema de almacenamiento energético. La central aprovecha la energía potencial almacenada garantizando el suministro y la estabilidad de la red. Así, “no desaprovechamos el viento por poner en riesgo la estabilidad de la red, sino que hemos demostrado, incluso 18 días seguidos, que se puede

maximizar ese aprovechamiento –indica Allende–. Sin embargo, si no lo hay, no podemos inventárnoslo”.

En el utópico caso de que las condiciones climatológicas de viento fueran idílicas durante todo un año y la central hidroeléctrica de Gorona del Viento trabajase a pleno rendimiento, se podrían cubrir las necesidades de electricidad de 50.000 hogares de forma ininterrumpida durante este periodo de tiempo, según apuntan desde Red Eléctrica de España. “Como el viento no es constante ni sopla siempre con la misma fuerza, esta situación es totalmente improbable”, sentencian.

### **Los otros lugares 100 por 100 renovables**

La isla de El Hierro ha visto su sueño “cien por cien renovable” hecho realidad durante 18 días, pero no es la única región del mundo que lucha por independizarse del petróleo y busca la autosuficiencia energética con renovables. La danesa Samsø, 140 kilómetros al oeste de Copenhague, fue la primera región aislada en apostar por un consumo eléctrico sostenible hace ya casi 20 años, y enviar el excedente de producción eólica, solar y térmica renovable (biomasa) al resto del país.

Con 1.400 habitantes y situado en el océano Pacífico, Tokelau es un archipiélago compuesto por tres atolones y 125 islotes, en los que hace seis años se repartieron más de 4.000 paneles de generación solar fotovoltaica y 1.344 sistemas de almacenamiento encargados de abastecer a esta región de electricidad cuando el sol se oculta. Este pequeño conjunto de islas de Nueva Zelanda se convirtió así en la primera región que funciona solo con energía solar respaldada con generación a partir de aceite de coco en sustitución del combustible fósil.

La lista de lugares que abastecen sus necesidades energéticas con viento, sol, agua y biomasa es cada día más extensa y diversa. De hecho, la iniciativa *Go 100 % Renewable Energy* fue creada en 2010 por la Renewables 100 Policy Institute con el fin de impulsar la implantación de proyectos locales de desarrollo de sistemas eléctricos sostenibles y eficientes basados en energías renovables.

También la isla turca de Tenedos, las caribeñas Aruba y Bonaire, Fiji y las islas Cook, entre otras, participan al igual que la *isla meridional* en esta iniciativa, a la que pertenecen no solo islas, sino ciudades, empresas e instituciones no gubernamentales, públicas y privadas que intercambian las experiencias de la aplicación de sus proyectos de generación verde para comprobar su viabilidad presente y futura.

Sin embargo, una vez demostrado que El Hierro puede vivir del aire, ¿hacia dónde apuntan sus siguientes pasos en sostenibilidad energética? La presidenta del Cabildo apuesta por la eficiencia, porque “la energía más barata, la más sostenible, es la que no se consume y, por tanto, no solo tenemos que trabajar en la generación, sino también en el comportamiento de la demanda”.

“Nuestro próximo objetivo –continúa Allende– es minimizar el consumo de combustibles fósiles introduciendo el vehículo eléctrico en El Hierro. Unos coches que, a la hora de cargar sus baterías, no supondrían aumentar la generación de una central diésel por la subida del consumo eléctrico, sino que, en este caso, se estarían cargando con fuentes renovables y posibilitando una mayor integración de esta energía en red”.

## En desarrollo

# Juno desvela las entrañas de Júpiter

Por Laura García Merino/SINC

**Las medidas más precisas del campo gravitatorio de Júpiter, la profundidad de sus flujos atmosféricos y el tamaño de sus enormes ciclones polares son algunos de los últimos datos recogidos por Juno, la sonda espacial de la NASA dedicada al estudio de este gigante gaseoso.**

Lanzada el 5 de agosto de 2011, la nave Juno llegó a la órbita de Júpiter el 4 de julio de 2016. Así dio comienzo esta misión de la NASA que logró aquel año capturar algunas de las características atmosféricas del planeta, como tres de sus cuatro lunas más grandes o su gran mancha roja. Durante 2017, Juno registró los ciclones de las regiones polares del gigante gaseoso y descubrió que genera auroras al interactuar con el viento solar.

Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios sobre la superficie de Júpiter, hasta ahora su interior continuaba siendo un enigma. Gracias a los últimos datos proporcionados por la nave, un grupo internacional de científicos ha obtenido grandes avances en el conocimiento de este gigante gaseoso. Las novedades sobre el exoplaneta, publicadas en cuatro estudios en la revista *Nature*, incluyen nueva información sobre su campo gravitatorio, flujos atmosféricos, composición interior y ciclones polares.

### **La atmósfera y la gravedad de Júpiter**

Según los autores, Júpiter es una enorme bola de gas giratoria, y los cambios en su campo gravitatorio son el principal indicio de que su densidad interna varía. De ahí la importancia de medirlo con precisión. Los nuevos datos señalan una ligera pero importante asimetría entre el campo gravitatorio de sus hemisferios norte y sur. En un planeta gaseoso, esta irregularidad solo puede ser posible debido a los flujos de aire que recorren su superficie, y que también son asimétricos entre ambos puntos del planeta.

“La atmósfera de Júpiter es enorme y se extiende mucho más profundamente de lo que esperábamos”, explica a SINC Yohai Kaspi, autor de uno de los cuatro estudios e investigador del Weizmann Institute of Science en Rehovot (Israel). “Una profundidad de 3000 kilómetros contiene aproximadamente el uno por ciento de la masa de Júpiter. En nuestro caso, la atmósfera terrestre es menos de una millonésima parte de la masa de la Tierra”, añade.

“Cuanto más profundos son los flujos, más masa contienen y, por lo tanto, tienen un efecto más fuerte en el campo gravitatorio –continúa el experto–. De esta manera, el valor de la gravedad en los momentos que presenta algún tipo de irregularidad nos permitió determinar a qué profundidad se encontraban estas corrientes de aire”.

Gracias a las mediciones gravitatorias de Juno se han podido conocer mucho mejor la profundidad, extensión y estructura de las conocidas bandas de Júpiter, que hace más de 400 años ya observó Galileo. Según Kaspi, es como pasar de una imagen 2D a otra 3D.

### **Cómo medir la gravedad en el espacio**

Por su parte, Luciano Less, autor de otro de los estudios e investigador del departamento de Ingeniería Mecánica y Aeroespacial de la Universidad de la Sapienza en Roma (Italia), comenta: “Para medir la gravedad de Júpiter se necesita analizar cómo una masa –Juno en nuestro caso– cae en el campo gravitatorio del planeta con respecto a otro punto en el espacio”. Todos los cuerpos en un mismo campo gravitatorio caen con la misma aceleración, pero no hay ningún instrumento capaz de medir la gravedad a bordo de una sonda espacial.

“Finalmente, hemos conseguido cuantificar la velocidad de la nave con una precisión exquisita, a 0,01 mm/s, o incluso mejor. ¡Esto es una centésima parte de la velocidad de un caracol!”, exclama el científico. La medida ha sido posible gracias a una gran antena de la red de espacio profundo de la NASA, ubicada en California, que envía señales de radio. A bordo de la nave Juno se encuentra un transpondedor de la Agencia Espacial Italiana que recibe esta débil señal y la retransmite a la Tierra. La diferencia de frecuencia entre la señal transmitida y la recibida proporciona la velocidad de la nave.

Utilizando esta información, los investigadores han descubierto que los flujos de aire se extienden a unos 3.000 kilómetros de profundidad. De acuerdo con los datos aportados por Less a SINC, el tamaño del campo gravitatorio de Júpiter depende de estas corrientes: si son superficiales –a unos 300 km–, la asimetría de este es pequeña, pero si son más profundas –de 3.000 a 10.000 km–, es mayor. Según Tristan Guillot, coautor de un tercer estudio e investigador del Observatorio de Niza, esto confirma la asimetría norte-sur en el campo gravitatorio del planeta.

### **Hacia el núcleo del gigante gaseoso**

Los investigadores también usaron los datos gravitatorios del gigante gaseoso para analizar su estructura interna, con el objetivo de resolver el misterio sobre su composición. “Lo más importante es que Júpiter es un planeta fluido. A pesar de que su exterior es gaseoso, según se profundiza en su interior se descubre un líquido a mayor presión y temperatura”, explica Guillot.

Según el estudio, el interior de Júpiter es conductor, es decir, está parcialmente ionizado, de modo que la materia es arrastrada por el campo magnético para girar de forma uniforme. Pero a 3.000 kilómetros del centro, el planeta ya es neutro. “Los resultados muestran que el interior del gigante gaseoso es conductor y que gira de manera uniforme, atrapado por el campo magnético del planeta y una capa externa que gira a diferentes velocidades. Podemos aplicar esto para comprender mejor otros planetas, como Saturno”, apunta el investigador.

Los investigadores creen en la existencia de un denso núcleo en las profundidades del planeta, que sería la verdadera reliquia del gigante gaseoso. Según Guillot, hasta la fecha, el desconocimiento sobre la rotación del planeta no permitía explotar al máximo los datos. Sin embargo, ahora que existe la posibilidad de medirla, el objetivo es analizar la información de una manera mucho más precisa y así comprender su composición interna.

### **Desigualdad entre los ciclones norte-sur**

El cuarto trabajo se centra en los gigantescos ciclones de Júpiter, "que se originan por la rápida rotación del planeta y el calor procedente de la parte más baja de la atmósfera", según explica Alberto Adriani, coautor e investigador del Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali de Roma (Italia).

A pesar de que su aspecto es estable, el tamaño de los ciclones varía según su localización. Mientras que en el norte son más pequeños (de entre 4.000 y 4.600 km de diámetro) y numerosos (hay nueve), en el sur son más grandes (de entre 5.600 y 7.000 km de diámetro) y se presentan en menor cantidad (seis). Esta investigación muestra que los ciclones circumpolares no giran alrededor del ciclón central, sino alrededor de sus propios centros. "Juno nos ha permitido observar las regiones polares, zonas que no habían sido analizadas anteriormente. La causa es que no son visibles desde la Tierra y no se han observado en misiones anteriores a Júpiter. Nunca antes se había volado sobre sus polos, como ha hecho Juno", destaca Adriani.

Esta sonda ha resuelto un rompecabezas astronómico planteado hace al menos 50 años. Además, de acuerdo con Guillot, Júpiter desempeñó un papel fundamental en la formación del sistema solar, y los nuevos descubrimientos suponen un gran paso para profundizar en este aspecto. "Nuestro objetivo ahora es medir la masa del núcleo y, en general, su composición, ya que son datos indispensables para entender la formación de este gigante gaseoso", concluye Guillot.

# El reloj biológico, un pulso entre la Naturaleza y la sociedad

Por Refugio Martínez

**El instinto maternal, ¿más innato que social o más educacional que genético? Una polémica que ha levantado ampollas entre psicólogos y biólogos y que preocupa a todos por igual. Porque, se defina como se defina, las estadísticas no engañan, y lo cierto es que el 28 por ciento de mujeres en España han decidido no ser madres. Una realidad, cuanto menos, preocupante.**

Hace tiempo que el instinto maternal abrió un debate aún sin terminar sobre si es realmente un instinto y tiene, por tanto, un origen biológico y natural o si, por el contrario, se trata de una construcción social. A partir de aquí cabe preguntarse: ¿Dónde empieza el instinto maternal? ¿Con el imperioso reloj biológico o después de la concepción? ¿Por qué, si la sociedad necesita individuos, lo pone cada vez más difícil?

Para arrojar algo de luz sobre este tema, los investigadores del Instituto de Neurociencia del Langone Health, de la Universidad de Nueva York (NYU), han realizado un estudio que deja claro que el instinto maternal después de la concepción, existir, existe, y tiene un origen biológico, porque es necesario para que se establezca un vínculo afectivo en la madre que facilite cuidar y proteger a las desvalidas crías.

Para llegar a esta conclusión, los investigadores monitorizaron la actividad cerebral de docenas de ratonas mientras interactuaban con sus vástagos. Se centraron en estudiar una región concreta del hipotálamo para ver cómo reaccionaban las neuronas encargadas de fabricar dopamina, un neurotransmisor relacionado con la sensación de satisfacción y placer.

Hasta el momento se pensaba que este neurotransmisor se activaba una vez aparecía el comportamiento protector de la madre. Sin embargo, Dayu Lin, una de las investigadoras del estudio, señaló en un artículo publicado en el diario *La Vanguardia* que cuando se separaba a las ratonas de los hijos, “las células dopaminérgicas de ATV se activaban antes y no después de recuperar a las crías”, lo que sugiere que la dopamina se genera antes de la acción de protección para instigarla y no como recompensa. Un descubrimiento que, según Dayu Lin, ha servido para demostrar “de forma precisa cómo se genera el instinto maternal en el cerebro de los mamíferos”.

## **La conciencia, un argumento a tener en cuenta**

Sin embargo, aunque el estudio es determinante en ratones, para Luis Saavedra, asesor del Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos y perito biólogo, otra cosa muy distinta es lo que ocurre en el cerebro de las mujeres, ya que en su caso sería imprudente achacar todo el comportamiento

maternal a los impulsos instintivos, sobre todo cuando esa pulsión se siente antes de la concepción.

En este sentido, el estudio deja sin resolver las preguntas más polémicas. ¿Existe ese instinto en las mujeres antes de que nazca el bebé? ¿Es el reloj biológico un instinto o fruto de las imposiciones sociales? ¿Puede ser esa llamada interna una sutil maquinación social para que la mujer sienta la necesidad de quedarse embarazada y perpetuar, junto con la especie, el *statu quo* establecido en las sociedades machistas?

Para el biólogo, una razón de peso es que, sin ese, llamémosle, *impulso*, la raza humana se habría extinguido. Sin embargo, este argumento choca frontalmente con los últimos datos de natalidad. En este sentido, que cada vez nazcan menos niños puede ser debido, según el experto, a que “la Naturaleza impone su propio control para frenar a la especie que ha batido todos los records de expansión”. Este sutil plan de la Naturaleza explicaría el aumento de la esterilidad en los varones y que las mujeres releguen la maternidad hasta el último momento, que es cuando su reserva ovárica está en los límites de la fertilidad.

Otro factor importante a tener en cuenta es la conciencia. Mientras que en los animales el instinto es algo innato y no es fruto del aprendizaje, en las personas ese límite no está tan claro. “Nuestra conciencia o un convencimiento social puede dirigir ese instinto, no eliminarlo, pero sí reprimirlo y canalizarlo”, dice Saavedra. Y, en este sentido, “el condicionamiento social puede ser tremendo, pero en una dirección y en otra, tanto en corrientes de opinión a favor de tener hijos como en corrientes de opinión a favor de no tenerlos”, añade el biólogo.

### **Una sociedad que ni come ni deja comer**

El 51 por ciento de las españolas ha tenido menos niños de los deseados, el 60 por ciento les ha dedicado menos tiempo del que le hubiera gustado y el 28 por ciento ha renunciado a tenerlos. Estos datos, obtenidos en una encuesta realizada en 2017 por IESE Business School en colaboración con Laboratorios Ordesa, confirman que algo no marcha bien entre la Naturaleza y la sociedad actual.

A consecuencia de esta realidad social se han realizado abundantes estudios psicológicos sobre el instinto maternal, que defienden que este aparece cuando nace el niño, y no antes, como medida de protección y de cuidado hacia el recién nacido. Para esta corriente psicológica, tanto el reloj biológico como la maternidad es algo aprendido, un deseo que se construye en el seno de las sociedades y que cambia en el curso de la historia.

Para entender mejor esta postura, *Universo* ha entrevistado a Iluminada Sánchez, psicóloga, psicoanalista, docente y miembro del equipo directivo de la Asociación Escuela de Clínica Psicoanalítica con Niños y Adolescentes (Aecpna), quien explica que “sin negar que tenemos una impronta biológica,

somos fundamentalmente seres psíquicos dentro de una cultura y de una sociedad”.

Para la psicóloga, el instinto en general es algo que no se domina porque está programado, está en los genes y viene determinado, “pero en el momento que interrelaciona la mente todo cambia”. Y aunque nosotros también estamos programados genéticamente, Sánchez aclara que “podemos elegir”. “Lo determinante, lo que nos diferencia del mundo animal es el lenguaje, la entrada en el mundo de lo simbólico. De ahí que en el humano no hablemos de instinto, sino de pulsión y de deseo, como motores de su conducta”, explica.

Un deseo que, según la psicóloga, podemos reprimir, modelar, controlar o postergar “porque no tiene que ver solo con la necesidad física. El ser humano come, bebe o tiene sexo no por una cuestión de instinto o de necesidad, sino también por placer”. Y si extrapolamos esta reflexión al instinto maternal, Sánchez aclara que las mujeres se mueven por cumplir un deseo, no para satisfacer un instinto.

Y las razones que fomentan ese deseo no son inmutables, sino que están condicionadas por cada situación personal, económica o social. En este contexto, “el hijo se contempla o es vivido como algo que va a colmar un deseo, que va a completar la vida, y eso hace de motor para la mujer. Aunque ese motor estará en cada persona de una manera diferente porque no es instinto, sino un deseo que se moldea a la situación de cada una”, indica Sánchez.

Por eso, lo que llamamos *reloj biológico* tiene que ver con ese deseo aplazado. La mujer siente al llegar a una edad que está preparada para traer al mundo a un nuevo ser, y ese deseo postergado aparece en primer plano en muchas mujeres cercanas a los 40 años al sentir que es su última oportunidad. Y en opinión de la psicóloga, que cada vez haya menos niños y que la mujer retrase más la maternidad da fe de que el instinto no tiene nada que ver con lo que está sucediendo en la sociedad actual.

Sin embargo, esa libertad que nos hace humanos, en el contexto que nos ocupa, le sale muy cara a las mujeres, porque están sometidas a la disyuntiva de elegir entre la maternidad o el trabajo, y, en caso de optar por ambos, tener que hacer malabares para poder conciliarlos. La mujer se encuentra en una sociedad muy dura, porque, a la vez que impone que haya una continuidad para que la humanidad no se extinga, da a la mujer una libertad que esconde una frustración, ya que, a menudo, su elección implica una renuncia a su dimensión profesional o a su dimensión personal y un enorme esfuerzo para aquellas que optan por compatibilizar ambos ámbitos.

“La sociedad actual cree que la mujer es libre de elegir, pero en realidad está condicionada por todas estas circunstancias, y esa libertad se convierte en una lucha”, dice Sánchez. Esto supone una contradicción, porque, a la vez que a la sociedad le interesa que haya más individuos, por otro lado no da el cobijo necesario para que la mujer pueda realizarse en su entorno laboral y personal. Por eso, la experta advierte de que “tener hijos es un bien común, y la

sociedad, aunque solo sea por su interés, tiene que entrar en un debate profundo para facilitar que la mujer esté a gusto y aporte todo lo que pueda dar, ya que sin individuos no hay sociedad”.

# Soluciones matemáticas para perder el miedo a los números

Por Alejandro Muñoz/SINC

**Muchos estudiantes se han sentido alguna vez intimidados por las “mates”. Para enseñar a disfrutarlas hay multitud de recursos, desde magia hasta judías pasando por apps. Expertos en didáctica insisten en dos claves para profesores y alumnos: los errores son parte del proceso, y resolver problemas de manera mecánica no tiene sentido. Se trata de integrarlas en el día a día y aprender a pensar.**

El miedo a las matemáticas es real. Se trata de la asignatura más temida por su nivel de abstracción, incluso en los niveles más bajos. Enfrentarse a las matemáticas provoca ansiedad, sudoración e incluso dolor físico. La aversión se manifiesta en edades tempranas, “cuando los niños encuentran dificultades a la hora de contar o comparar magnitudes”, explica a SINC Erin Maloney, profesora de Psicología Cognitiva en la Universidad de Ottawa (Canadá). Esta especialista en aprendizaje busca que los resultados de sus estudios sobre la ansiedad numérica se apliquen para cambiar las prácticas y políticas educativas.

Las matemáticas son una escalera donde cada peldaño importa. “Sobre los 6 años, los niños se comparan con los demás y deciden si son buenos en matemáticas. Si concluyen que no lo son, se desilusionan y aprenden peor”, opina el escritor y matemático John Mighton, fundador del programa JUMP Math, diseñado para que los profesores devuelvan la confianza al alumno. Él mismo tuvo problemas con la asignatura cuando era pequeño.

Trabajos recientes apuntan a que este bloqueo es producto de algo más que unas pobres capacidades, y tiene mucho que ver con factores psicosociales. Un estudio realizado con 181 estudiantes de primer curso de la Universidad de Western Ontario (Canadá), publicado en 2015 en la revista *Frontiers in Psychology*, mostraba que la ansiedad por los números depende de la manera en que cada uno integra las matemáticas en su propia personalidad, en su día a día y en su manera de afrontar la vida.

## ¿Hay gente de letras y gente de números?

Algunos profesores piensan que dominar las matemáticas es tan solo una cuestión de motivación y ganas. Era el caso de Onofre Monzó, presidente de la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM), quien, tras más de 30 años de docencia, ya no está tan seguro: “Es evidente que hay gente con especial capacidad para las matemáticas. Igual que con la predisposición artística”.

Aun así, cometer errores en esta materia no debería ser un problema. “Requiere práctica, y es importante que los estudiantes entiendan que equivocarse es parte del proceso de aprendizaje”, añade la profesora Maloney.

Es precisamente el miedo al fracaso lo que provoca rechazo en muchos estudiantes. Entonces, ¿por qué se sigue hablando de alumnos malos en *mates*?

“Ni la escuela ni las familias aceptan el origen del problema”, afirma Luis Rico, profesor de Didáctica de las Matemáticas de la Universidad de Granada. “Cuando un estudiante tiene síntomas de dislexia, se buscan estrategias de apoyo, pero el bloqueo intelectual con la aritmética se interpreta erróneamente como una limitación o imposibilidad del alumno”, reflexiona el académico. “Quizás lo que le hace falta son recursos, profesores de apoyo o ejercicios”, añade.

### **Romper el “contrato didáctico”**

Desde el momento en que entran en clase, tanto los alumnos como el maestro tienen unas expectativas de lo que va a pasar. Este es uno de los problemas de la didáctica actual de las matemáticas, explica a SINC José Ángel Murcia, matemático y profesor universitario especializado en la formación de docentes. “Ante un problema, se ha acostumbrado a los estudiantes a identificar los datos, aplicar las operaciones de turno y buscar una sola solución. Pero las matemáticas deberían ser otra cosa”, afirma Murcia.

Él propone romper el “contrato didáctico” con problemas donde el enunciado miente o los ejercicios tienen varias soluciones, como en la comparación de figuras geométricas. Recoge este tipo de recursos en su blog *Tocamates*, que, según su propia declaración de intenciones, es “una propuesta para que las matemáticas se palpen, se sientan y se gocen”.

Según el divulgador, hoy en las aulas no se alientan ni el razonamiento crítico, ni el pensamiento divergente ni la creatividad. “La aritmética es el bloque que mayor tiempo ocupa en Primaria y Secundaria, pero es estandarizable y subcontratable a las máquinas. No se potencian otros bloques, como medida, geometría y estadística y probabilidad”, lamenta.

### **Toca, siente y aprende**

La propuesta de Murcia no es nueva. Ya en 1979, Stuart Plunkett, del Homerton College de Cambridge (Reino Unido), publicaba un trabajo titulado *La descomposición y toda esa porquería*, en el que analizaba cómo aprendemos a calcular, y establecía cuándo las operaciones debían resolverse de cabeza, con lápiz y papel, o con tecnología. “No se le hizo caso. Ya han pasado 40 años”, añade Murcia.

Para aprender tocando, en algunas escuelas de México se ha implementado un sistema de sumas y multiplicaciones basado en la utilización de ramitas, judías y macarrones. Se trata del sistema maya de operaciones matemáticas, con el que niños de entre 6 y 8 años consolidan las estructuras elementales de la lógica y el pensamiento abstracto. Al igual que hacían sus antepasados.

Quien desee practicar estas habilidades puede hacerlo con un juego online de matemáticas mayas creado por el Museo Smithsonian de los Indios Americanos.

### **El mago nominado al “Nobel de los profesores”**

Pero no hace falta cruzar el océano para encontrar iniciativas didácticas originales. En un pueblo de Sevilla, Albaida del Aljarafe, Xuxo Ruiz ha sido tutor en el CEIP San Sebastián durante diez años. Y también es mago. Durante sus 20 años de experiencia en la Enseñanza Primaria ha utilizado la magia para explicar Educación Física, Conocimiento del Medio y Matemáticas.

Su método lo convirtió en el nominado español al premio Global Teacher Prize 2018, el “Nobel de la educación”, que cuenta con una dotación de un millón de dólares. “La letra con magia entra”, explica Ruiz a SINC. El maestro asegura que, con la *matemagia*, sus alumnos están más motivados, potencian su creatividad y mejoran sus habilidades comunicativas. “Después de explicar un juego de cálculo mental, los niños les hacen magia a sus compañeros, a otros maestros y a sus padres. Jamás saldrían al recreo a hacer deberes de cálculo”, dice el maestro. “Conectan a nivel emocional y no olvidan estas explicaciones”, insiste.

Sin embargo, ni todos los profesores pueden ser *matemagos* ni tienen por qué serlo. Monzó advierte de que “lo que funciona con un profesor puede que no funcione con otro. La magia es un recurso más del amplio abanico con el que deben contar los profesores”.

### **Apps, juegos y vivencias**

Entre los recursos didácticos para practicar las matemáticas existen infinidad de apps que algunos profesores utilizan en clase. Por ejemplo, con Kahoot los alumnos crean un usuario online en sus propios móviles. “En la pizarra se proyectan cuestionarios que pueden incluir desde conceptos a ecuaciones”, explica Ana Belén Martín, profesora de Matemáticas en el IES Antonio Calvín de Almagro, Ciudad Real. Al identificar a los alumnos por sus usuarios, es posible llevar a cabo planes de refuerzo personalizados.

Con Photomath, los alumnos obtienen la solución a los problemas escaneando las operaciones con la cámara del móvil. Aunque podría parecer la herramienta idónea para copiar, “los profesores detectamos cuándo los estudiantes resuelven los ejercicios de manera muy diferente a como se ha explicado en clase”, advierte Martín.

Murcia explica que los docentes a los que él forma le piden herramientas de este tipo. En su blog *Tocamates* recoge estrategias como “el resto cuenta” para practicar la división, o el juego de las matrículas para la multiplicación. Pero para él lo importante no son las apps ni los juegos, sino el método: “La idea no es soltar un recurso, sino usarlo como ejemplo de una metodología que permita a los niños practicar las matemáticas dentro y fuera del aula de una manera más vivencial y productiva”.

## Libros

### ***Gauss: la teoría de los números***

**Antonio Rufián Lizana**

**National Geographic**

**ISBN: 978-84-82-98695-1**

**176 páginas**

La figura de Carl Friedrich Gauss, el “príncipe de los matemáticos”, guarda interesantes paralelismos con la de otro genial compatriota y contemporáneo suyo: W. A. Mozart. Ambos fueron niños prodigio con carreras patrocinadas por gobernantes ansiosos por vincular sus respectivas cortes a las mayores promesas de las artes y las ciencias. A diferencia del compositor, Gauss tuvo la fortuna de gozar de una vida larga y tranquila, lo que redundó en aportaciones fundamentales en geometría, estadística, astronomía o física. De entre todas ellas, destacan las relativas a la teoría de números, es decir, las que versan sobre las propiedades de estos: un campo científico que Gauss labró con mimo y en el cual recogió algunos de los frutos más exuberantes del pensamiento humano.

### ***El último aliento de César***

**Sam Kean**

**Ariel**

**ISBN: 978-84-34-42771-6**

**400 páginas**

El 15 de marzo del año 44 a. C., Julio César murió en el suelo del Senado tras haber sido apuñalado, pero la historia de su último aliento todavía se está desarrollando. De hecho, es probable que ahora mismo estemos inhalando parte de ese aire tan especial. De entre los sixtillones de moléculas que entran o salen de tus pulmones en este momento, algunas podrían contener gas mostaza del ejército nazi, partículas exhaladas por dinosaurios o emitidas por la bomba atómica, e incluso restos de nebulosa del origen del universo. Kean revela cómo la alquimia del aire modeló la forma de nuestros continentes, guió el progreso humano, alimentó revoluciones y continúa siendo una gran influencia en todo aquello que hacemos.

### ***Vidas frágiles***

**Stephen Westaby**

**Paidós Ibérica**

**ISBN: 978-84-49-33451-1**

**304 páginas**

El profesor Stephen Estaby se arriesgó y amplió los límites de la cardiocirugía. Salvó cientos de vidas en el transcurso de una carrera de 35 años, y ahora, en sus asombrosas memorias, detalla algunos de sus casos más notables y conmovedores, como el de un bebé que sufrió múltiples ataques cardíacos a los 6 meses o el de un hombre cuya vida estuvo impulsada por una batería durante ocho años. Poderoso, importante e increíblemente conmovedor, *Vidas frágiles* ofrece una visión excepcional del emocionante y a veces trágico mundo de la cirugía cardíaca, y nos descubre qué se siente al tener la vida de alguien en tus manos.

## De cerca

# “La inmortalidad es solo cuestión de tiempo”

Entrevista con José Luis Cordeiro, coautor del libro *La muerte de la muerte*

Por Javier Cuenca

**¿Es inevitable morir? La historia de la humanidad ha estado moldeada por este hecho fatal. Religiones, fronteras y progresos nacen del atávico miedo a la muerte. Sin embargo, hasta hace bien poco, ese miedo y ese deseo de supervivencia solo encontraban cobijo en paradigmas religiosos. Pero, a juicio de José Luis Cordeiro y de David Wood, autores de *La muerte de la muerte*, el hecho incontrovertible de la misma ya puede rebatirse desde fundamentos científico-técnicos. Cordeiro habla sobre este libro y sobre la inmortalidad, cuya posibilidad será una realidad dentro de pocos años. Y a un precio asequible, además.**

Lejos de la oscuridad académica o científicista, la muerte será opcional hacia 2045 gracias a los avances exponenciales en inteligencia artificial, regeneración y creación de tejidos, impresión de órganos, criopreservación y terapias genéticas o inmunológicas que ya resuelven y seguirán resolviendo el problema del envejecimiento del cuerpo humano. Un envejecimiento considerado ahora como una enfermedad que puede y debe ser curada.

Así lo exponen José Luis Cordeiro y David Wood en *La muerte de la muerte*, un libro en el que, a partir de una fundamentada utilización de los datos y la puesta al día de las principales iniciativas e ideas sobre cómo financiar e incluso invertir en el sector del antienviejecimiento, los autores defienden no solo la moralidad, sino también la urgencia de abordar este tipo de investigaciones. La obra está destinada a un público general, a cualquier persona interesada en conocer qué está pasando con el envejecimiento y con el cuerpo humano.

Recalcan sus autores que no se trata de un libro técnico, sino que pretende explicar ideas complejas de la manera más sencilla posible. Dado el profundo desconocimiento sobre estos temas entre la población en general, Cordeiro y Wood hacen hincapié en su carácter divulgativo. En este sentido, señalan en la obra que hay muy pocas personas que sepan, por ejemplo, que las células germinales, que las personas llevan en el cuerpo, no envejecen, y se consideran biológicamente inmortales desde que se planteara esta teoría en 1892.

José Luis Cordeiro y David Wood no son médicos ni biólogos, sino tecnólogos. Del Instituto Tecnológico de Massachusetts el primero, y de la Universidad de Cambridge el segundo, aunque llevan años estudiando la cuestión del envejecimiento y siguiendo los principales avances científicos en esta área. Además, tal y como se cuidan de señalar en el libro, conocen personalmente a muchos de los líderes mundiales en estas líneas de investigación, quienes sí

están trabajando para conseguir controlar y revertir el envejecimiento, y han discutido ampliamente con ellos.

Asimismo, quieren dejar claro que este es solo el primero de los libros que están por venir sobre el asunto de la inmortalidad: “En dos o tres años esperamos contar con mucha más información y evidencias concretas, incluyendo el inicio de terapias y tratamientos aprobados para detener el envejecimiento y para rejuvenecer células, órganos y quizás seres humanos. Además, habrá que actualizar constantemente parte de la información aquí descrita, pues seguiremos viendo avances extraordinarios cada día”, subrayan los autores.

También destacan que en este libro no están recomendando ningún tipo de terapia o tratamiento, sino que se limitan a mostrar algunas de las posibilidades actuales y futuras, que describirán posteriormente en otras obras. Las tecnologías anti-envejecimiento y de rejuvenecimiento apenas están empezando, dicen, por lo que resulta difícil saber cuáles serán las mejores alternativas, pero es importante mantenerse al corriente de lo que está por venir.

### **Cuestión de tiempo**

Cordeiro explica que la pregunta en este momento no es si es posible o imposible la inmortalidad, sino cuándo va a ser una realidad. Y esto, afirma rotundamente, es solo cuestión de tiempo. “Ese es el objetivo de nuestro libro: que la gente comprenda que esto va a ocurrir, y mientras más gente lo sepa, antes va a ocurrir”, dice.

¿Y está preparado el cerebro humano para asumir la nueva realidad de la inmortalidad? “El cerebro humano tiene un potencial que todavía no conocemos”, responde el autor. “Con el cerebro hemos hecho y descubierto muchas cosas, como inventar la escritura hace 5.000 años. La inmortalidad ha sido el objetivo de la humanidad, pero antes no teníamos la tecnología. Hoy sí la tenemos”.

Cordeiro subraya que el cerebro de las personas tiene un potencial de adaptación muy grande, algo que se ve con toda claridad en los niños. “Por eso es importante el tema del rejuvenecimiento”, añade. “Nunca estamos preparados hasta que ocurren las cosas. En el Imperio Romano la esperanza de vida era de 25 años, y seguro que muchos romanos se preguntaban qué pasaría si vivieran 50 años. Y luego se pasó a 50 y después a más. No estamos preparados hasta que nos toca estar preparados. Tú no estás preparado para ser inmortal hasta que te toca ser inmortal”.

### **No será tan caro**

Y en términos económicos, ¿cuánto le costará a una persona acceder a la inmortalidad? “Ahora se gasta el dinero mal”, explica Cordeiro. “Se gasta básicamente, en números redondos, el 80 por ciento del dinero en los últimos años de vida, cuando te vas a morir igual. Si se gastara ese dinero al

comienzo, se gastaría en rejuvenecimiento. La gente no quiere morir, y ahora que se ve que esto es posible por primera vez en la historia de la Humanidad, se van a destinar enormes inversiones”.

Controlar el envejecimiento elimina todas las demás enfermedades, por lo que es importante incidir en ello, y en palabras del autor de *La muerte de la muerte*, eso va a ser sumamente barato. “Nosotros somos baratos”, recalca. “Nosotros químicamente no costamos 100 dólares en materia prima. Somos 70 por ciento agua, y no agua mineral, sino del grifo. Aparte de eso, tenemos el 30 por ciento de los elementos más básicos, abundantes y baratos del universo. Y algo que es barato, cuando se sepa reparar con la nanotecnología, que es uno de los puentes hacia la inmortalidad, va a ser baratísimo”.

Aun así, Cordeiro cree que, a pesar de ello, hay gente que no va a querer la inmortalidad, al igual que esas tribus que se niegan a avanzar y pretenden vivir como hace miles de años. “Nuestro objetivo es crear por primera vez la opción de vivir todo el tiempo que uno quiera, y joven. Y esto va a ser muy barato y va a estar al alcance de todo el mundo”, insiste. Reitera que este tipo de tecnologías para no morir se van a popularizar en el mundo “a un paso avasallante”, tanto que “incluso los que no quieren van a terminar queriendo”.

En cuanto al temor de que se produjera una repoblación en la Tierra si toda la humanidad quiere ser inmortal, el autor de *La muerte de la muerte* no ve ese peligro. “Aquí, en la Tierra, el problema ahora no es la sobrepoblación, es que la población en el mundo se está estancando ya, está comenzando a disminuir. Si la situación, por ejemplo, continúa así en Japón, no habrá japoneses en dos siglos. China tiene unas expectativas de que la población va a disminuir en 200 millones de habitantes. El problema es que la gente está dejando de tener hijos. En España, si quitamos la inmigración, la población ya inició su declive demográfico”, concluye.

Para ayudar a acelerar las investigaciones sobre antienvjecimiento y rejuvenecimiento, José Luis Cordeiro y David Wood han decidido donar la totalidad de las regalías del libro a la Fundación para la Investigación SENS (SENS Research Foundation), en California, y a Apadrina la Ciencia, en España. Finalmente, han creado una página web sobre el libro ([www.lamuertedelamuerte.org](http://www.lamuertedelamuerte.org)), donde todos los lectores que lo deseen pueden hacerles llegar todos los comentarios, correcciones y críticas que estimen oportunos.

## Grandes nombres

# Galileo Galilei: ¡Y, sin embargo, se mueve!

Por Javier Cuenca

**La revolución científica del Renacimiento tuvo su arranque en el heliocentrismo de Copérnico, y su culminación, un siglo después, en la mecánica de Newton. Su más eximio representante, sin embargo, fue el científico italiano Galileo Galilei. En el campo de la física, Galileo formuló las primeras leyes sobre el movimiento; en el de la astronomía, confirmó la teoría copernicana con sus observaciones telescópicas. Pero ninguna de estas valiosas aportaciones tendría tan trascendentales consecuencias como la introducción de la metodología experimental, logro que le ha valido la consideración de “padre de la ciencia moderna”.**

Galileo Galilei nació en Pisa el 15 de febrero de 1564. Fue el primogénito de siete hermanos, de los que tres acabarían contribuyendo, con el paso del tiempo, a incrementar sus problemas económicos. En 1574 la familia se trasladó a Florencia, y Galileo fue enviado por un tiempo al monasterio de Santa Maria di Vallombrosa como alumno o quizá como novicio.

En 1581 ingresó en la Universidad de Pisa, donde se matriculó como estudiante de Medicina por voluntad de su padre. Cuatro años más tarde, sin embargo, abandonó la universidad sin haber obtenido ningún título, aunque con un buen conocimiento de Aristóteles. Mientras tanto, se había producido un hecho determinante en su vida: su iniciación a las matemáticas (al margen de sus estudios universitarios) y la consiguiente pérdida de interés por su carrera como médico.

### **Naturaleza matemática**

Tras impartir algunas clases particulares de Matemáticas en Florencia y en Siena, trató de conseguir un empleo regular en las universidades de Bolonia, Padua y la propia Florencia. En 1589 logró, por fin, una plaza en el Estudio de Pisa, donde su descontento ante el paupérrimo salario que percibía se pondría de manifiesto en un poema satírico. Además, en un texto sobre el movimiento redactado en Pisa, criticaba, todavía dentro del marco de la mecánica medieval, las explicaciones aristotélicas sobre la caída de los cuerpos y el movimiento de los proyectiles.

Galileo construyó un plano de seis metros de largo (alisado para reducir la fricción) y un reloj de agua con el que midió la velocidad de descenso de las bolas. De la observación surgían hipótesis que habían de corroborarse en nuevos experimentos y formularse matemáticamente como leyes universalmente válidas, pues, según un famoso concepto suyo, “el libro de la Naturaleza está escrito en lenguaje matemático”. Con este modo de proceder, hoy natural, pero en aquel tiempo nuevo y escandaloso (por cuestionar ideas universalmente admitidas, así como la autoridad de sabios y doctores), Galileo

inauguraba la revolución metodológica que le ha valido el título de “padre de la ciencia moderna”.

La muerte de su padre en 1591 supuso para Galileo la obligación de responsabilizarse de su familia y de atender a la dote de su hermana Virginia. Empezó así una serie de dificultades económicas que no harían sino agravarse en los años posteriores. La necesidad de dinero se vio aumentada en esa época por el nacimiento de los tres hijos del propio científico, resultado de su unión con Marina Gamba, que duró 11 años y con quien no llegó a casarse. A pesar de las penurias económicas, su estancia en Padua, que se prolongó hasta 1610, constituyó el período más creativo, intenso y hasta feliz de la vida del científico.

### **Observaciones lunares**

En 1602 había reemprendido sus estudios sobre el movimiento, ocupándose del isocronismo del péndulo y del desplazamiento a lo largo de un plano inclinado, con el objeto de establecer cuál era la ley de caída de los graves. Fue entonces, y hasta 1609, cuando desarrolló las ideas que 30 años más tarde constituirían el núcleo de sus *Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias* (1638), obra que compendia su espléndida contribución a la física.

En julio de 1609, de visita en Venecia para solicitar un aumento de sueldo, Galileo tuvo noticia de un nuevo instrumento óptico que un holandés había presentado al príncipe Mauricio de Nassau. Se trataba del antejo, cuya importancia práctica captó el científico inmediatamente, dedicando sus esfuerzos a mejorarlo hasta hacer de él un verdadero telescopio. Su mérito innegable residió en que fue el primero que acertó en extraer del instrumento un provecho científico decisivo. Entre diciembre de 1609 y enero de 1610, Galileo realizó con su telescopio las primeras observaciones de la Luna, interpretando lo que veía como prueba de la existencia en nuestro satélite de montañas y cráteres que demostraban su relación natural con la Tierra.

A finales de 1610, Galileo observó que Venus presentaba fases semejantes a las lunares, hecho que interpretó como una confirmación empírica del sistema heliocéntrico de Copérnico. Ansioso por dar a conocer sus descubrimientos, publicó un texto titulado *El mensajero sideral*, dedicado al gran duque de Toscana Cosme II de Médicis, en cuyo honor los satélites de Júpiter recibían allí el nombre de “planetas Mediceos”. Con ello se aseguraba su nombramiento como matemático y filósofo de la corte toscana y la posibilidad de regresar a Florencia, por la que venía luchando desde hacía ya varios años. El empleo incluía una cátedra honoraria en Pisa, sin obligaciones docentes.

### **Ante la Inquisición**

En septiembre de 1610, Galileo se estableció en Florencia, donde, salvo breves estancias en otras ciudades italianas, había de transcurrir la última etapa de su vida. Bajo los auspicios de la Academia dei Lincei, fundada por Federico Cesi y que fue la primera sociedad científica de una importancia perdurable, publicó

en 1613 la *Historia y demostraciones sobre las manchas solares y sus accidentes*, donde salía al paso de la interpretación del jesuita alemán Christof Scheiner, quien pretendía que aquellas eran un fenómeno extrasolar, estrellas próximas al Sol que se interponían entre este y la Tierra.

El texto desencadenó una polémica sobre la prioridad en el descubrimiento que se prolongó durante años, y convirtió al jesuita en uno de los más encarnizados enemigos de Galileo, lo cual tuvo consecuencias en el proceso que había de seguir la Inquisición contra el científico. Así, en 1616, Galileo fue reclamado por primera vez en Roma para responder a las acusaciones esgrimidas contra él, batalla a la que se aprestó sin temor alguno, presumiendo una resolución favorable de la Iglesia. Pero el 23 de febrero de ese mismo año el Santo Oficio condenó al sistema copernicano, que el científico defendía, como “falso y opuesto a las Sagradas Escrituras”, y Galileo recibió la orden de no enseñar públicamente las teorías contenidas en dicho modelo.

Interpretando la publicación del *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo* (1632) como un acto de desacato a la prohibición de divulgar el copernicanismo, la Inquisición lo reclamó de nuevo en Roma, ahora en términos menos diplomáticos, para que respondiera de sus ideas, en un proceso que se inició el 12 de abril de 1633. El sabio Galileo, a sus casi 70 años de edad, se vio sometido a un humillante y fatigoso interrogatorio que duró 20 días, enfrentado inútilmente a unos inquisidores que, de manera cerril, ensañada y sin posible apelación, calificaban su libro de “execrable y más pernicioso para la Iglesia que los escritos de Lutero y Calvino”.

Encontrado culpable pese a su renuncia a defenderse y a su retractación formal, Galileo fue obligado a pronunciar de rodillas la abjuración de su doctrina y condenado a prisión perpetua. El *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo* ingresó en el *Índice de libros prohibidos*, y no lo abandonó hasta 1728.

Según una piadosa leyenda, tan conocida como dudosa, el orgullo y la terquedad del astrónomo lo llevaron, tras su vejatoria renuncia a creer en lo que creía, a golpear enérgicamente el suelo con el pie mientras profería ante sus perseguidores: “Eppur si muove” (“¡Y, sin embargo, se mueve!”, refiriéndose a la Tierra). No obstante, muchos de sus correligionarios no le perdonaron la cobardía de su abjuración, actitud que amargó los últimos años de su vida, junto con el ostracismo al que se vio injustamente abocado.

La condena fue suavizada al permitírsele que la cumpliera en su quinta de Arcetri, donde logró completar la última y más importante de sus obras, *Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias*, publicada en 1638. Galileo falleció en Arcetri en la madrugada del 8 al 9 de enero de 1642. En 1992, exactamente tres siglos y medio después de su muerte, la comisión papal a la que Juan Pablo II había encargado la revisión del proceso inquisitorial reconoció el error cometido por la Iglesia católica. Tardía justicia.

## HASTA EL PRÓXIMO NÚMERO...

Aquí termina este número de *Universo*. Ya estamos preparando el siguiente, en el que te pondremos al día de la actualidad científica y paracientífica. Y ya sabes que puedes proponernos temas que sean de tu interés, así como enviarnos tus comentarios, dudas y sugerencias.

### **Puedes escribirnos:**

- A través de correo electrónico a la dirección: [publicaciones@ilunion.com](mailto:publicaciones@ilunion.com).
- En tinta o en braille, a la siguiente dirección postal:

Revista UNIVERSO  
Ilunion Comunicación Social  
C/ Albacete, 3  
Torre Ilunion – 7.ª planta  
28027 Madrid