

UNIVERSO

N.º 109

20 de julio de 2019 – 20 de agosto de 2019

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - Preparados para ver cómo cambia la vida célula a célula
- **En desarrollo**
 - Las cosas que Einstein nunca dijo, aunque se afirme lo contrario
 - Los robots más célebres de la ciencia ficción
- **De cerca**
 - “Si en Marte hay evidencia de material orgánico o incluso de vida antigua, tenemos la oportunidad de encontrarlo”. Entrevista a Günther Hasinger, director de Ciencia de la Agencia Espacial Europea (ESA)
- **Libros**
- **Grandes nombres**
 - Un científico singular llamado Richard Feynman

PRESENTACIÓN

El análisis de célula única fue elegido como Método del Año por la revista *Nature* en 2013 y por *Science* como el gran avance científico de 2018. Dicho método permitirá, entre otras cosas, combatir el cáncer y las patologías autoinmunes. El investigador Holger Heyn, responsable del equipo de Genómica de Célula Única en el Centro Nacional de Análisis Genómico (CNAG), desvela a la Agencia SINC las claves del sistema en un amplio reportaje.

Universo ha hablado con Günther Hasinger, director de Ciencia de la Agencia Espacial Europea (ESA), quien desgrana los próximos proyectos de la organización y la posibilidad de hallar vida en Marte y en los satélites de Júpiter y Saturno, entre otras cuestiones.

Un repaso por algunas de las frases que se le atribuyen erróneamente a Albert Einstein y por los robots más famosos de la ciencia ficción, así como los hechos más destacados de la vida del singular científico y divulgador Richard Feynman son otros contenidos que te ofrecemos en este nuevo número de *Universo*.

ACTUALIDAD CIENTÍFICA

Breves

Científicos españoles descubren vida en el lugar más inhóspito de la Tierra

Una investigación encabezada por científicos del Centro de Astrobiología (CAB, INTA-CSIC) ha descubierto por primera vez la presencia de seres vivos en el entorno más inhóspito del planeta. Los investigadores, liderados por Felipe Gómez, han hallado evidencias de microorganismos desconocidos en el interior de pequeñas esferas minerales en una región hidrotermal situada sobre el volcán Dallol, al norte de la depresión de Danakil, en Etiopía.

“Lo más importante es que, por primera vez, hemos encontrado vida en un lugar tan hostil como este, que es poliextremo”, explica Gómez al diario *ABC*. “Este ambiente tiene un pH de 0, más ácido que el ácido sulfúrico concentrado, la temperatura del agua roza los 100 grados centígrados, está cargado de sales y también está repleto de metales”.

Según la investigación, publicada en la revista *Scientific Reports*, se ha descubierto por primera vez que comunidades enteras de microorganismos viven en el interior de pequeñas esferas minerales sobre las chimeneas de las que mana el agua. “Se trata de nanobacterias, unos microbios mil veces más pequeños que bacterias normales, que hasta ahora solo se habían descubierto en chimeneas hidrotermales, en el océano”, dice Gómez.

Al parecer, estos seres “se encofrán” y se recubren de minerales. Los análisis han revelado que “comen” piedras, es decir, que son quimiolitotrofos y no necesitan materia orgánica u oxígeno, sino que respiran metales y minerales. Además, viven envueltos en matrices de moléculas que les permiten habitar asociados en consorcios y se ha constatado que crecen muy lentamente.

Los científicos han averiguado que las nanobacterias son similares al grupo de las nanohaloarqueas y han identificado cinco metabolismos distintos. “Normalmente, la máxima es que en un ambiente extremo hay poca diversidad y un bajo número de microorganismos. Pero aquí no es así. Hay un gran número de ellos y una gran biodiversidad”, señala Gómez.

Las plantas se están extinguiendo a un ritmo nunca visto antes

Alrededor de 600 especies de plantas se han extinguido en los últimos 250 años, una cifra superior a la que suponen las extinciones padecidas por todos los mamíferos, aves y anfibios. Según los datos sobre la base vegetal del planeta de que disponen los científicos, el ritmo de extinción de las plantas es mayor que en cualquier época pasada, y las zonas más afectadas son las islas, las selvas tropicales y las regiones de clima mediterráneo.

Según informa el diario *El País*, investigadores del Real Jardín Botánico de Kew (Reino Unido) y la Universidad de Estocolmo (Suecia) han recuperado una antigua base de datos con la situación de las especies vegetales conocidas.

Creada en los años 80 pero nunca difundida, se publica ahora actualizada con los datos de estas últimas décadas. Los resultados del trabajo aparecen en *Nature Ecology & Evolution*.

En 1753, el naturalista sueco Carlos Linneo clasificó 5.940 especies, de las cuales han desaparecido hasta hoy 571, si bien se han catalogado desde entonces otras 300.000. “Sí, es difícil valorar si 600 especies son muchas o pocas”, admite la profesora de la Universidad de Estocolmo y principal autora del estudio, Aelys Humphreys, quien aclara que la primera comparación “es que esto supone multiplicar por más de cuatro las especies vegetales consideradas como extintas hasta ahora. La segunda es que se trata de más del doble del número de especies extinguidas de aves, mamíferos y anfibios combinados”.

Humphreys está convencida, además, de que el número total de especies desaparecidas debe ser aún más elevado. “Y es así porque, para la mayoría de las zonas del planeta, nuestro conocimiento botánico no es lo suficientemente bueno como para detectar las extinciones de plantas”, explica. Las islas, sobre todo las pequeñas, son las que experimentan un mayor número de extinciones de plantas, concentrando la mitad de las desapariciones. En segundo lugar, se encuentran las selvas tropicales y áreas de clima mediterráneo.

El estudio ha constatado igualmente que, desde que los humanos tienen un impacto significativo en el entorno (inicios de la Revolución Industrial), la tasa de extinciones es 500 veces mayor que la de periodos anteriores. Según los autores, la causa principal es la destrucción del hábitat mediante acciones humanas como la deforestación y tala masiva, la introducción de especies ganaderas o el avance de la agricultura.

Las biólogas Joanne Chory y Sandra Myrna Díaz, premios Princesa de Asturias de Investigación

La estadounidense Joanne Chory y la argentina Sandra Myrna Díaz, especialistas en biología vegetal y estudiosas del impacto de la crisis climática, han sido reconocidas con el Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2019.

Según informa el diario *El Mundo*, el jurado ha resuelto distinguir a las dos biólogas por sus “contribuciones pioneras” al conocimiento de la biología de las plantas, que son “trascendentales para la lucha contra el cambio climático y la defensa de la diversidad biológica”.

Joanne Chory, nacida en Methuen (Estados Unidos) en 1955, ha centrado su campo de investigación en el estudio de los mecanismos que regulan el funcionamiento de las plantas, desde el nivel molecular hasta el celular, así como las reacciones de estas a condiciones ambientales de estrés. Son especialmente reconocidas sus aportaciones sobre el papel del fitocromo, una proteína vegetal sensible a las luces roja e infrarroja, y la corregulación de genes que participan en la fotosíntesis.

Por su parte, Sandra Myrna Díaz, nacida en Bell Ville (Argentina) en 1961, es una referencia científica en el área de la ecología y está especializada en botánica. Ha participado en el desarrollo de una herramienta metodológica para cuantificar los efectos y beneficios de la biodiversidad de las plantas, así como la ecología vegetal de los ecosistemas y su aprovechamiento humano en forma de combustible, materiales, medicinas, tintes, alimentación, protección hídrica y otras aportaciones.

Hallan una misteriosa y enorme masa metálica enterrada en la Luna

Una misteriosa y enorme masa con alto contenido metálico ha sido descubierta bajo la superficie de la Luna, enterrada bajo el mayor cráter de impacto del Sistema Solar, la cuenca Aitken, en el polo sur de nuestro satélite, que tiene un diámetro de 2.500 kilómetros y 12 kilómetros de profundidad.

El sorprendente hallazgo, publicado en la revista *Geophysical Research Letters*, ha sido realizado por un equipo de investigadores de la Universidad de Baylor, en Texas. “Imagine que cogemos una pila de metal cinco veces mayor que Isla Grande (la mayor del archipiélago de Hawái, con una superficie de 10.430 kilómetros cuadrados) y la enterramos bajo tierra –dice Peter B. James, profesor de Geofísica planetaria y autor principal del estudio–. Esa es, aproximadamente, la cantidad de masa inesperada que hemos encontrado”.

Según informa el diario *ABC*, los investigadores consiguieron localizar la misteriosa masa metálica midiendo los sutiles cambios de la fuerza gravitatoria de la Luna, que se modifica de región a región. Para ello, emplearon datos de las naves que la NASA utiliza en su misión Grail (Gravity Recovery and Interior Laboratory).

“Una de las posibles explicaciones para esta masa adicional es que el metal que contenía el asteroide que formó el cráter sigue ahí, incrustado en el manto de la Luna”, señala el investigador, quien añade que “sea lo que sea y venga de donde venga”, esa enorme y densa masa ha hundido la base de la cuenca más de 800 metros.

La NASA abrirá la Estación Espacial Internacional a turistas en 2020

La NASA ha presentado un plan para dar un uso comercial a la Estación Espacial Internacional, de manera que las empresas podrán incorporar módulos a la estructura en un futuro no muy lejano y enviar turistas al espacio utilizando las lanzaderas de SpaceX o de Boeing. Los ingresos que se generen con esta actividad se emplearán para apoyar otras misiones, como el regreso a la Luna o el primer viaje espacial de humanos a Marte.

Según los responsables de la NASA, el objetivo es acelerar el proceso de innovación para desarrollar la nueva economía en la órbita baja terrestre. Las empresas que opten a esta nueva actividad deberán cumplir una serie de criterios, entre ellos ser estadounidenses, aunque podrán enviar astronautas de otras nacionalidades.

La NASA permitirá que la estación espacial pueda utilizarse para misiones turísticas a partir de 2020, y los turistas espaciales podrán permanecer en órbita hasta 30 días. El coste de la estancia será de unos 35.000 dólares por noche, pero esa cantidad no incluye el transporte ni el entrenamiento previo necesario para poder viajar al espacio. Cada viaje tiene un coste estimado de unos 50 millones de dólares.

Según informa el diario *El País*, SpaceX y Boeing están desarrollando aún las cápsulas para humanos, la Crew Dragon y la Starliner. La idea es empezar con dos viajes privados al año, según explicó la directiva de la NASA Roby Gatens. Hasta 12 turistas-astronautas podrían visitar la Estación Espacial Internacional al año, según el plan hecho público, y, en paralelo, se quiere establecer un ecosistema de módulos que permitan producir y experimentar en el espacio.

Encuentran una cabeza gigante de 40.000 años con el cerebro intacto

Un lugareño ha encontrado, a orillas del río Tirekhtyakh, en Yakutia (Siberia) una cabeza de lobo gigante de 40 centímetros de largo. Los investigadores rusos con quienes contactó para hacerles partícipe de su descubrimiento han datado la cabeza en unos 40.000 años y han comprobado que conserva intacto el cerebro.

Según informa el diario *ABC*, aunque el descubrimiento se produjo el pasado verano, se ha hecho público recientemente en una exposición en Japón sobre criaturas congeladas de la Edad del Hielo, ya que ha sido un equipo nipón el encargado de realizar el estudio preliminar de la cabeza, junto con investigadores de la Academia de la República de Sakha, en Rusia, y otros científicos suecos.

“Se trata del descubrimiento único de los primeros restos de un lobo del Pleistoceno completamente desarrollado, con su tejido preservado”, afirma el paleontólogo Albert Protopopov, de la Academia de Ciencias de la República de Sakha a *The Siberian Times*. “Lo compararemos con los lobos modernos para comprender cómo ha evolucionado la especie y para reconstruir su apariencia”.

Según explica Protopopov, aunque el hallazgo de restos de lobos congelados en el permafrost es bastante común, nunca se había encontrado una especie con la cabeza tan grande ni tan bien conservada, con el pelaje, los colmillos, la piel e incluso tejido cerebral.

Descubierta la estrella pulsante más rápida conocida hasta ahora

Un equipo internacional de científicos, en el que participan investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y de la Universidad de Granada (UGR), pertenecientes al Consorcio Científico de TESS (TASC), ha hallado cinco estrellas rápidamente oscilantes (roAp3, en inglés), una de las cuales es la estrella pulsante rápidamente oscilante más rápida conocida hasta la fecha, ya que completa una oscilación cada 4,7 minutos.

Los investigadores buscaron pulsaciones en una muestra de unas 5.000 estrellas de entre las más de 32.000 que observaron durante los dos primeros meses de las operaciones científicas del satélite de la NASA TESS, según

informa la UGR en un comunicado. Para realizar el hallazgo de este objeto estelar “poco habitual” utilizaron técnicas astrosismológicas a través de las cuales pudieron estudiar los interiores estelares y medir las oscilaciones sísmicas en la superficie de la estrella, comprobando que presentaba frecuencias de pulsación “inesperadamente altas”.

Los datos de este satélite muestran que menos del 1 % de todas las estrellas de tipo A es probable que oscilen rápidamente, según precisó la autora principal de este trabajo, Margarida Cunha, investigadora del Instituto de Astrofísica y Ciências do Espaço-IA y Universidade do Porto, quien agregó que el descubrimiento de estos “raros pulsadores” puede contribuir, “en gran medida, al modelado correcto de la evolución estelar”.

Según informa la agencia Servimedia, los resultados de estos trabajos, que también han permitido descubrir una estrella más fría de lo que se esperaba para una estrella roAp, se publican en la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, y, según la UGR, representan un “gran éxito para la comunidad científica ibérica”.

Hallan nuevas combinaciones de fármacos eficaces contra el cáncer cerebral de peor pronóstico

Según informa la agencia SINC, el trabajo del grupo Telómeros y Telomerasa del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO), publicado en la revista *EMBO Molecular Medicine*, no solo identifica nuevas combinaciones de fármacos que, en ratones, evitan la aparición de resistencias en el tratamiento contra el glioblastoma –el cáncer cerebral más letal–, sino que desvela también una conexión insospechada entre el gen Ras, implicado en numerosos cánceres, y el mantenimiento de los telómeros en las células, lo que abre nuevas vías de investigación.

“Tenemos un resultado doble”, explica María A. Blasco, jefa del grupo de Telómeros y Telomerasa del CNIO, en Madrid. “Buscábamos fármacos ya aprobados capaces de bloquear una nueva diana y los hemos encontrado, pero además hemos descubierto que algunas rutas moleculares importantes para el cáncer también regulan la protección de los telómeros. Es un aspecto muy interesante de la biología del cáncer que hasta ahora no se conocía”.

El grupo del CNIO ha descubierto en los últimos años que atacar los telómeros de las células tumorales puede ser una estrategia eficaz contra el cáncer. El glioblastoma es el cáncer cerebral más común, con una esperanza de vida media de unos 14 meses. Una de las razones de que sea tan difícil de tratar es que posee una población de células madre capaces, cada una de ellas, de regenerar el tumor.

EN PROFUNDIDAD

Preparados para ver cómo cambia la vida célula a célula

Por Jesús Méndez/SINC

El análisis de célula única permitirá entender el asombroso poder de regeneración de las salamandras, cartografiar todas nuestras células en un “Google Maps” biológico y combatir el cáncer o las patologías autoinmunes. Por algo fue el Método del Año para la revista *Nature* en 2013 y el gran avance científico de 2018 en *Science*.

La sala es emocionante, pero más por lo que esconde que por lo que muestra. Realmente es tan solo un espacio muy blanco de paredes curvadas plagado de mesas móviles. Y, en cada una de ellas, unos bloques negros y blancos que recuerdan por su tamaño a ordenadores antiguos. Falsas apariencias. Los bloques son, en realidad, unos de los más modernos secuenciadores genéticos del momento: el motor del Centro Nacional de Análisis Genómico (CNAG), en Barcelona. Nos los muestra Holger Heyn, un alemán que lleva ya cerca de 10 años investigando en España y que ahora es el responsable del equipo de Genómica de Célula Única en el propio CNAG.

Ese análisis célula a célula es la gran esperanza científica para desentrañar el desarrollo de los organismos —humanos incluidos—, para establecer las bases de la regeneración de órganos, para crear un mapa de todas nuestras células o para destapar claves de algunas enfermedades tan esquivas como el cáncer. De ahí que haya sido escogido como avance científico del año 2018 por la revista *Science*, y de ahí esta visita.

De batidos y árboles

“La genómica unicelular ha alcanzado la madurez de manera increíble”, decía hace un tiempo en una conferencia Eric Lander, el más que influyente director del Instituto Broad del MIT y Harvard. “Y, una vez que te das cuenta de que podemos hacer los análisis en células individuales, ¿cómo vas a aceptar un batido? Es una locura estar haciendo genómica en batidos”.

Los “batidos” de Lander son los análisis tradicionales, en los que se recogen un montón de células cuyo ADN (o ARN, el mensajero del ADN) se mezcla antes de pasar por los secuenciadores. La información que resulta es un promedio del conjunto. Habrá árboles particulares que queden ocultos por el bosque y, sobre todo, no permite saber qué información concreta contiene cada célula en particular. El individuo se disuelve en la masa.

Estos análisis ya habían sido escogidos como el Método del Año por la revista *Nature*. “Pero por entonces apenas podían estudiarse 10 o 20 células, eran tremendamente caros y muy poco resolutivos”, comenta Heyn. Ahora, en

cambio, “podemos analizar 10.000 células en un solo experimento y hay proyectos para hacerlo con hasta un millón”.

La tecnología clave que ha posibilitado este salto es la basada en microfluidos, una herramienta que permite separar y canalizar cada célula en gotas diminutas a la vez que se introduce en su ADN un marcador o código de barras. Ese marcador permite identificar cada una de ellas una vez que han sido analizadas. De esa manera puede estudiarse su ADN, su ARN e incluso su información epigenética, que pone los puntos y comas a la lectura del genoma. “La resolución no es perfecta todavía en ningún caso —reconoce Heyn—, pero lo más potente ahora mismo es el estudio del ARN”. En algunos de esos estudios se basó el reconocimiento al avance del año.

Un gusano que crece célula a célula

La planaria *Schmidtea mediterranea* es un animal insólito. Este gusano de apenas un centímetro es potencialmente inmortal: sus células madre renuevan sus órganos de manera continua y, si se parte en varios trozos, de cada uno emerge un nuevo gusano. La cabeza es capaz de regenerar una cola y la cola una cabeza, que incluso parece conservar algunos de sus recuerdos. Fue descubierto por el biólogo Jaume Baguña en un pantano de Montjuic en 1968. Que se sepa, hoy apenas vive en Barcelona, en ciertas zonas de Menorca... y en una veintena de laboratorios de todo el mundo.

Uno de ellos está en el Centro de Medicina Molecular Max Delbrück, en Alemania. Allí, en 2018, usaron las técnicas de análisis célula a célula no solo para establecer un atlas celular del animal, sino también para estudiar los programas genéticos que conducían a su formación y regeneración. Entre otras sorpresas, encontraron que la cantidad de algunas células disminuía muy rápidamente. Eso indicaba que podían ser la reserva que alimentara el proceso de regeneración.

¿Podrían aplicarse esos descubrimientos a humanos para impulsar la medicina regenerativa? “Aún nos falta mucho por saber”, contestan en un correo consensuado Mireya Plass y Jordi Solana, los dos primeros firmantes del trabajo. “Las planarias adultas tienen más de un 30 por ciento de células madre, cosa que dista mucho de nosotros. Aun así, esperamos que algunos de los mecanismos sí que sean los mismos”. Lo que tienen claro es que antes no eran capaces de distinguir los distintos tipos de células en el desarrollo embrionario, y ahora van a recoger información “que será crucial para generar en el laboratorio células, tejidos y órganos que sirvan para tratar distintas patologías”.

Experimentos con el anfibio de Cortázar

Hubo un tiempo en que el escritor Julio Cortázar “pensaba mucho en los axolotls”. Tanto como para dedicarles un cuento asombroso a estos anfibios hipnóticos que se confunden con salamandras y que, como ellas, son capaces de regenerar sus miembros, esqueleto incluido. Cortázar estaba obsesionado con su mirada, pero, ¿cómo consiguen ese inmenso poder de renovación?

Usando el nuevo arsenal de técnicas, investigadores alemanes han comprobado cómo un tipo particular de células se desprograma para volver a un estado similar al embrionario y, a partir de ahí, dirigir la regeneración en los axolotls. Nuestra limitadísima habilidad para conseguir algo parecido quizá se deba a la incapacidad para reprogramar este tipo de células hasta esos estados. Nuestro hígado o nuestra piel pueden regenerarse parcialmente, pero son excepciones. No podemos hacer lo mismo con una pierna, un riñón o un corazón.

Aquí el análisis crucial es el del ARN. El ADN no aporta información valiosa: esencialmente es el mismo en cada célula, lo importante es cómo se lee el código en forma de ARN en cada momento y lugar. Eso es lo que permite estudiar cómo, a partir de una única célula, se forma un animal con todos sus órganos y tejidos, tan diferentes entre sí pero tan iguales en su genética inicial. Cómo somos lo que somos.

Así lo han hecho otros grupos de investigación en 2018 con peces y ranas, viendo cómo se encienden y apagan los genes en cada célula durante su desarrollo. Y así han conseguido seguir el desarrollo del cerebro y la médula espinal de un ratón hasta el día 11 tras su nacimiento, identificando en el camino más de 100 tipos de células diferentes.

“Son estudios muy bonitos”, reconoce Heyn. “Permiten ver cosas que antes no podíamos ver y seguir el crecimiento sin hipótesis previas: cómo una célula se divide y empieza a hacer cosas diferentes en cada división”. Sin embargo, “esa es solo una pequeña parte de las posibilidades que ofrece”. Heyn se refiere a la posibilidad de trazar todo un atlas humano y a sus posibles aplicaciones en la medicina.

En la salud y en la enfermedad

Un tumor es, en esencia, una máquina evolutiva. Acumula cambios y mutaciones de forma desenfrenada. Pero los cambios pueden ser diferentes en unas células u otras. Algunas pueden dar lugar a metástasis, otras son capaces de resistir a los tratamientos y regenerar el tumor y las de más allá se limitan a crecer sin aparente control. Si las células sanas comparten en esencia un mismo ADN, las de un tumor pueden ser primas muy lejanas.

La heterogeneidad y la capacidad evolutiva del cáncer son uno de los grandes retos de la medicina y, seguramente, el gran obstáculo de la nueva medicina de precisión. El que algunas células adquieran nuevas mutaciones clave —o que unas pocas sean capaces de resistir el tratamiento escogido— hace que la eficacia de las terapias sea, generalmente, solo temporal. Las técnicas de análisis célula a célula pueden servir para conocer mejor la biología del cáncer y, con ello, superar parte de estos obstáculos.

“Antes teníamos que deducir esa evolución, ahora puedes ver directamente el árbol que construye”, explica Heyn. Las aplicaciones —aunque incipientes y no exentas de dificultades— son notables. Por ejemplo: los grandes proyectos de medicina de precisión se están basando en dar tratamientos si encuentran una determinada mutación en el tumor, pero no tienen en cuenta la cantidad de

células que la contienen y, sobre todo, no pueden saber qué tipo de células son y cuál es su función. Así no solo es más difícil predecir su eficacia, también lo es evitar las recaídas de la enfermedad.

Otro ejemplo: no se conoce el tipo de células que dan origen a muchos tumores. En el caso del retinoblastoma, un cáncer hereditario, este análisis ha permitido identificar la pequeña población de células de la retina que lo inicia. Al aislarlas y estudiar su metabolismo, los investigadores han propuesto un tratamiento para prevenirlo. “Como los efectos se producen solo en estas células, no podíamos verlos cuando analizábamos el tejido completo del ojo”, explican.

Por qué somos como somos

Los potentes programas informáticos de estos análisis contribuirán también al desarrollo de la biopsia líquida, la posibilidad de detectar o seguir la evolución de un tumor a través de su rastro en la sangre. Y la tecnología ya se está empleando para estudiar con detalle la respuesta de nuestras defensas y qué tipo concreto de células actúan en la tan prometedora inmunoterapia contra el cáncer. Conocerlas es un paso clave para conseguirla.

“Otras enfermedades que pueden beneficiarse de estas técnicas son las autoinmunes —afirma Heyn— porque todavía no sabemos qué tipo de células son las que producen los ataques”. Entre ellas están enfermedades inflamatorias como la de Crohn, el lupus o la esclerosis múltiple. “Y también servirá para saber en el alzhéimer qué tipo de células mueren en cada etapa”.

La visita termina con una declaración entusiasta en la que, sin embargo, es difícil encontrar impostación: “Estas técnicas nos permiten ver aquello que ni siquiera sabíamos que existía”, afirma Heyn. “Nos van a ayudar a estudiar la complejidad de la vida, a saber, cómo estamos contruidos. Y, una vez tengamos un atlas, podremos compararlo con aquello que falla, en nosotros y entre nosotros”. ¿Eran o no eran emocionantes los bloques de la sala inicial?

EN DESARROLLO

Las cosas que Einstein nunca dijo, aunque se afirme lo contrario

Por César Mestre

Son muchos los personajes célebres a quienes se les atribuyen frases o escritos que nunca salieron ni de sus labios ni de su pluma, un hábito muy poco honesto que ha proliferado notablemente con el auge de Internet y las redes sociales. Uno de los más agraviados en esta práctica ha sido y sigue siendo el científico alemán Albert Einstein, a quien se le han atribuido numerosas reflexiones que jamás vertió. A continuación, hacemos un repaso por algunas de las más destacadas.

Viene de antiguo la deshonesto costumbre de falsificar la autoría de cualquier declaración con la pretensión de extraer de ello alguna clase de rédito, habitualmente ideológico, pero siempre ilegítimo. La Iglesia Católica, o alguno de sus miembros, por ejemplo, introdujo de manera forzada una referencia a Jesucristo, una interpolación, en las *Antigüedades judías* (c. 93 a. C.), del historiador no cristiano Flavio Josefo, con la intención de que constituyera una fiable prueba documental de la existencia de aquel, al proceder de un autor no creyente. También está el caso de Konrad Kujau, que proporcionó a un periodista a cambio de dos millones y medio de marcos alemanes, en 1983, unos diarios apócrifos de Adolf Hitler.

Desde que la utilización de Internet y de las redes sociales se ha convertido en algo masivo y cotidiano, han aumentado considerablemente este tipo de bulos, aunque también quienes los propagan tienen mayor visibilidad y resulta más fácil identificar el fraude. Es habitual tropezarse con un texto del ateo José Saramago que considera a los hijos “un regalo de Dios” o con párrafos llenos de cursilería y mediocridad falsamente atribuidos a otros escritores como Gabriel García Márquez o Julio Cortázar. Pero a quien más parece que se ha usado para atribuirle ideas que no son suyas es al científico Albert Einstein.

Los inexistentes dados de Dios

La frase más famosa de Einstein, por obra y gracia de quienes han intentado transformarlo en un católico intachable, es “Dios no juega a los dados con el universo”. La reflexión completa, en realidad, contenida en una epístola que el científico remitió al matemático Cornelius Lanczos, es como sigue: “Usted es la única persona que conozco que tiene la misma actitud hacia la física que yo tengo: la creencia en la comprensión de la realidad a través de algo básicamente simple y unificado... Parece difícil echar un vistazo a las cartas de Dios. Pero que él juega a los dados y usa métodos ‘telepáticos’... es algo que no puedo creer ni por un momento”.

El propósito de Einstein era aludir a la esencia comprensible y ordenada del cosmos, no a una creación divina. Sus ideas estaban próximas al panteísmo, es

decir, el científico sentía devoción por la naturaleza. Así lo explicaba: “Es mentira todo lo que ustedes han leído acerca de mis convicciones religiosas, una mentira que se repite sistemáticamente. No creo en un Dios personal y no lo he negado nunca, sino que lo he expresado muy claramente. Si hay algo en mí que pueda llamarse religioso es la ilimitada admiración por la estructura del mundo, hasta donde nuestra ciencia puede revelar”.

Y en un fragmento de una misiva que le hizo llegar al filósofo Eric Gutkind aseguraba: “La palabra Dios para mí no es más que la expresión y el producto de la debilidad humana; la Biblia es una colección honorable, pero primitiva, de leyendas, no obstante, bastante infantiles”. Por tanto, si alguien se tropieza con estas palabras: “Quizás se podría describir la situación diciendo que Dios es un matemático de primer orden y que usó unas matemáticas muy avanzadas para construir el universo”, firmadas por Einstein, ha de saber que no le pertenecen. Se trata de una frase del físico teórico Paul Dirac.

Una estructura magnífica

Si bien es cierto que Einstein dijo: “La ciencia sin religión está coja y la religión sin ciencia está ciega”, también lo es que no se estaba refiriendo a las religiones institucionalizadas ni, desde luego, a las creencias irracionales, sino a su propia idea del asunto: “Soy un no-creyente profundamente religioso. De alguna forma, esta es una nueva clase de religión. Nunca he atribuido a la naturaleza ningún propósito u objetivo, ni nada que pueda entenderse como antropomórfico. Lo que yo percibo en la naturaleza es una estructura magnífica que solo podemos comprender muy imperfectamente, y eso debe llenar a cualquier ser pensante de un sentimiento de humildad. Este es un sentimiento genuinamente religioso que nada tiene que ver con el misticismo”.

Le han llegado a atribuir a Einstein una afirmación que hay quienes consideran alusiva a una moralidad innata de origen divino: “Hay dos cosas que me admiran: el cielo estrellado fuera de mí y el orden moral dentro de mí”. Pero la frase no es de su autoría, sino que constituye lo que aproximadamente escribió Immanuel Kant en su *Crítica de la razón pura*.

También es muy probable que os hayáis encontrado en las redes sociales en algún momento con un relato viral sobre un niño, posteriormente identificado como un jovencísimo Einstein, que discute con un profesor y le espeta: “El mal es el resultado de la ausencia de Dios en el corazón de los seres humanos”. Pues eso, naturalmente, nunca sucedió.

Otras frases ajenas

Einstein tampoco es el responsable de otras frases que circulan por Internet, como “locura es hacer lo mismo una y otra vez esperando obtener resultados diferentes”, que también se les atribuye a Mark Twain y a Benjamin Franklin, pero que en realidad aparece en la novela *Sudden death*, publicada por Rita Mae Brown en 1983. De Arthur C. Clarke, el autor de *2001: una odisea del espacio*, y no de Einstein, es la reflexión: “Cuando un anciano y distinguido científico afirma

que algo es posible, casi seguro que tiene razón. Cuando afirma que algo es imposible, probablemente está equivocado”.

Y no es Einstein el autor de esta otra frase: “Creo que puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica”, sino el físico teórico Richard Feynman. Del mismo modo que el científico germano tampoco escribió: “No todo lo que se puede contar cuenta, y no todo lo que cuenta puede ser contado”, sino que lo hizo el sociólogo Bruce Cameron. El antropólogo Ashley Montagu afirmó en una entrevista con el propio Einstein, y no este, que “las leyes internacionales existen solo en los tratados de leyes internacionales”.

El economista Ernst Friedrich Schumacher, en su libro *Small is beautiful: Economics as if people mattered*, publicado en 1973, señalaba: “Cualquier tonto inteligente puede hacer las cosas más grandes, más complejas y más violentas. Se necesita un toque de genio (y mucho valor) para moverse en la dirección opuesta”, otra frase atribuida erróneamente a Einstein, al igual que “Todo el mundo es un genio. Pero si juzgas a un pez por su habilidad para trepar árboles, vivirá toda su vida pensando que es un inútil” y “Todo es energía y eso es todo lo que hay. Sincronízate con la frecuencia de la realidad que quieres y no podrás hacer otra cosa que conseguirla. No puede ser de otra manera. Esto no es filosofía. Es física”.

La sentencia “Todo es relativo”, también atribuida a su persona, no es sino una interpretación equivocada de su teoría de la relatividad, expuesta para solventar la incompatibilidad entre la mecánica de Newton y el electromagnetismo, y que, en suma, no tiene vinculación alguna con relativizar la moral y, ni mucho menos, las verdades.

Finalmente, uno de los últimos bulos que han circulado por la Red es una presunta carta del científico alemán a su hija Lieserl, a la que entregaron en adopción y a quien él no conoció jamás, en la que se dice: “Hay una fuerza extremadamente poderosa para la que hasta ahora la ciencia no ha encontrado una explicación formal. Esta fuerza universal es el Amor. El Amor es Luz, dado que ilumina a quien lo da y lo recibe. El Amor es gravedad, porque hace que unas personas se sientan atraídas por otras. El Amor es potencia, porque multiplica lo mejor que tenemos, y permite que la humanidad no se extinga en su ciego egoísmo. El Amor revela y desvela. Por Amor se vive y se muere. El Amor es Dios, y Dios es Amor”.

EN DESARROLLO

Los robots más célebres de la ciencia ficción

Por César Mestre

En 2020 se cumplirá un siglo desde que la palabra *robot* se instaló en el vocabulario mundial, y quizá sea un buen momento, aprovechando también las fechas estivales en las que nos encontramos, para hacer balance de cuáles han sido los autómatas más célebres de la ciencia ficción a lo largo de la historia.

Desde la saga *Star Wars*, pasando por *Blade Runner* o *Terminator*, hasta series de televisión como *Battlestar Galactica*, los robots se han paseado a sus anchas por el celuloide y la pequeña pantalla, sin olvidar las páginas de los libros, en sus más variadas formas y esencias.

La palabra *robot* proviene del vocablo checo *robota*, que significa “labor forzada”, pero que también puede ser traducido como “servidumbre”. Fue, concretamente, en 1920 cuando apareció por primera vez en la obra teatral *Robots Universales Rossums, R. U. R.*, del checoslovaco Karel Capek, donde el protagonista es dueño de una empresa que fabrica criaturas de metal con apariencia humana. El objetivo es crear mano de obra barata, pero todo empieza a torcerse cuando uno de los personajes, el doctor Gall, que es psicólogo, dota de alma a los robots. Entonces las máquinas se rebelan y declaran la guerra a la humanidad.

En el cine norteamericano y la literatura de ciencia ficción, los robots, en la mayor parte de los casos, son criaturas violentas que buscan la dominación. Aun así, los seres humanos siempre se han sentido fascinados por todo lo relacionado con los androides. Incluso antes de 1920 existieron relatos sobre robots, concretamente en la China del siglo III a. C. En *Lie Zi*, una de las tres obras taoístas más importantes, se alude a un “humanoide artificial” que es capaz de imitar los actos de las personas. En los últimos años, los robots han sido presentados de una forma más sutil, mostrándolos, en algunos casos, incluso como superhéroes.

Del travieso androide de *Star Wars* a la siniestra máquina de 2001

Uno de los androides más queridos de la historia del cine es R2-D2, que aparece en toda la saga de *Star Wars*, incluso en las más recientes entregas. Por los distintos episodios de la franquicia sabemos que fue fabricado por Industrias Automaton y que, en un principio, sirvió a las fuerzas de defensa del planeta Naboo y al rey Veruna, para después ser incorporado a las facciones rebeldes.

A pesar de ser un robot, tiene una actitud valiente y temeraria, y siempre se mete en problemas con la exclusiva intención de salvar la galaxia. Su compañero de aventuras en la saga galáctica es C-3PO, un tímido robot de protocolo, experto en interactuar con personas. Domina más de seis millones de formas de comunicación y detesta buscarse problemas.

A la saga *Star Wars* pertenece también HK-47, que aparece por primera vez en el videojuego *Caballeros de la antigua República*. Comparte con R2-D2 una personalidad hilarante, es muy diestro en el campo de batalla y se encuentra en el “lado oscuro”, ya que fue construido por el sith Darth Revan.

En el manga *Ghost in the Shell*, creado por Masamune Shirow, aparecen los Tachikomas, unos simpáticos robots azules con aspecto de araña. Estaban dotados de inteligencia artificial, y su rasgo más característico es que pueden transportar a un piloto en su interior.

Otra popular saga cinematográfica con robots es *Terminator*, cuya primera entrega llegó a los cines en 1984 de la mano del realizador James Cameron. Terminator, el robot que da nombre a la franquicia y que está interpretado por Arnold Schwarzenegger, es un cibernético asesino, modelo T-800, Cyberdyne 101, que es enviado a través del tiempo para eliminar a Sarah Connor y evitar que nazca su hijo, el cual, en un futuro, acabará con la rebelión de las máquinas. Resulta muy difícil combatirlo, porque está formado por una aleación de titanio-tungsteno y es prácticamente indestructible, aunque sí puede ser reprogramado.

Fritz Lang dirigió en 1927 *Metrópolis*, obra cumbre del expresionismo alemán, en la que aparece María, una mujer-máquina que fue hecha a imagen y semejanza de una profesora muy hermosa y que apoyaba una causa rebelde.

Y si hablamos de robots cinematográficos famosos, no podemos obviar a uno de los más reputados y siniestros: Hal 9000, que aparecía en la magistral *2001: una odisea del espacio*, dirigida por Stanley Kubrick en 1968. Hal, acrónimo de *Heuristically Programmed Algorithmic*, es básicamente la lente de una cámara de color rojo. Este robot fue uno de los primeros en formar parte del Robot Hall of Fame (el salón de la fama de los robots).

De Nexus 6 al Pinocho robotizado de Star Trek

Otro clásico del cine de ciencia ficción, esta vez ochentero y con robots de por medio, es *Blade Runner*, inspirado en la novela *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, de Philip K. Dick. En ese filme aparece Roy Batty, un robot Nexus 6 conocido como *Replicante*. Era muy similar a los seres humanos, y su principal destreza residía en el combate. Estaba programado para colonizar planetas y tenía fecha de caducidad.

En 1973, el escritor Michael Crichton dirigió *Almas de metal*, con un guion basado en su propia novela. En la película aparece un robot llamado El Pistolero, que forma parte de un parque temático creado para fanáticos del Lejano Oeste. El robot tiene una excelente puntería, pero está programado para perder todos los duelos.

A Número 5 le conocimos en la película *Cortocircuito*, dirigida en 1986 por John Badham. Se trata de un robot que fue creado con fines militares y que, tras un extraño incidente con un rayo, termina adquiriendo conciencia propia. Tiene una personalidad muy sensible y no abriga ninguna intención de destruir el mundo.

WALL-E es uno de los robots más dulces que se ha paseado por las pantallas de cine. Creada por Pixar, la película a la que da nombre narra la historia de un pequeño robot que se queda solo en la Tierra, después de que el planeta se volviera tóxico para las personas y estas se hubieran embarcado en una nave llamada Axioma en busca de un planeta habitable. WALL-E se encuentra con Eva, otro robot, del que se enamora.

Otra de las grandes sagas del cine y de la televisión es *Star Trek*, y, de sus robots, el más popular es Data, diseñado por el doctor Noonien Soong. Su historia es muy similar a la de Pinocho, pues deseaba convertirse en humano, e incluso no podía mentir ni bromear. Tenía un gemelo malvado, Lore, del que era virtualmente idéntico, aunque su comportamiento era diferente.

De Mazinger Z a los robots de Asimov

Mazinger Z fue un robot muy popular entre los espectadores niños de los años 70. Creado por el dibujante y guionista japonés Go Nagai para un manga y, posteriormente, para una serie de animación, Mazinger Z mide unos 8,5 metros de altura y puede mover el torso y los brazos.

Los Cyclons son robots integrantes de una civilización cibernética que protagonizan *Battlestar Galactica*, una popular serie televisiva de ciencia ficción. Su relación con los terrestres no es buena, y, tanto es así, que están en guerra con las Doce Colonias de la humanidad. Fueron creados por una raza superior de reptiles de la Alianza Cyclon. Eran tan reales que incluso ni ellos sabían que eran máquinas. Uno de los favoritos de los televidentes fue Número Seis, una hermosa rubia.

Futurama, la serie animada de ciencia ficción creada por Matt Groening, responsable de *Los Simpson*, también cuenta con robots. Bender es un androide muy travieso, de personalidad pintoresca, que fue fabricado en Tijuana (México) y se dedica al doblaje. Es una criatura un tanto sociópata, a la que no le importa en qué forma sus acciones afectan a los demás. Ofreció incluso a su primer hijo nonato al diablo robot. Su verdadero sueño es ser cantante.

Como ya se ha dicho, la literatura también ha alumbrado un gran número de autómatas. En 1978, el escritor Douglas Adams inventó a Marvin, el androide paranoide. Fue dotado de personalidad humana y padecía una gran depresión. Es uno de los protagonistas de la saga *Guía del autoestopista galáctico*, que fue llevada al cine en 2008. “No pedí ser hecho: nadie me consultó o consideró mis sentimientos sobre el asunto. No creo que ni siquiera se les haya ocurrido que pueda tener sentimientos. Después de que me fabricaran, me dejaron en una habitación oscura durante seis meses”, explicaba Marvin en un fragmento de la obra.

Los robots protagonizaron algunos de los libros más importantes de Isaac Asimov. Como la colección de relatos *Yo, robot*, que también tuvo versión cinematográfica. Ahí aparece Robbie, un androide que, tras salvar la vida de una niña, es considerado por esta su mejor amigo y entablan una estrecha relación.

Seis películas de la saga *Star Wars*, las dos primeras de *Terminator*, *2001: una odisea del espacio* y *WALL·E* están disponibles con audiodescripción en nuestra cinemateca. También contáis en vuestra BDO con los libros *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, de Philip K. Dick (en braille y Daisy); *Guía del autoestopista galáctico*, de Douglas Adams (en Daisy), y *Yo, robot*, de Isaac Asimov (en braille y Daisy).

DE CERCA

“Si en Marte hay evidencia de material orgánico o incluso de vida antigua, tenemos la oportunidad de encontrarlo”

Entrevista a Günther Asinger, director de Ciencia de la Agencia Espacial Europea (ESA).

Por Ignacio Romo

Hablamos con Günther Hasinger, actual director de Ciencia de la Agencia Espacial Europea (ESA), sobre los futuros proyectos de la organización, la posibilidad de encontrar vida en Marte y en los satélites de Júpiter y Saturno y sobre la importancia de fomentar la colaboración entre agencias espaciales internacionales.

La Agencia Espacial Europea (ESA) fue fundada en 1975. Desde entonces, sus contribuciones a la investigación del espacio han resultado capitales para el desarrollo del conocimiento del universo. Constituida por 22 Estados miembros, la ESA posee actualmente un total de 12 misiones programadas para el futuro, algunas de ellas proyectadas para dentro de más de diez años y otras que se iniciarán este mismo 2019. Charlamos con Günther Hasinger, director de Ciencia de la agencia, sobre estos planes venideros.

LISA, un detector de ondas gravitacionales en el espacio

A día de hoy ya existen detectores de ondas gravitacionales como LIGO o Virgo. Ambos estudian las ondas desde la Tierra. La ventaja de LISA, el primer observatorio espacial de ondas gravitacionales, es que estará situado en el espacio, lo que le permitirá detectar ondas gravitacionales de menor frecuencia.

Desarrollado por la ESA en cooperación con la NASA, “que LISA esté ubicado en el espacio le capacita para ser sensible a ondas gravitacionales mucho más lentas, como las que se producen cuando se fusionan agujeros negros supermasivos en los centros de las galaxias. Observar estos eventos energéticos revolucionará nuestra comprensión de la gravedad y también de los agujeros negros”, declara Hasinger.

La ESA divide sus misiones según el coste: las menos caras se denominan de tipo S (*small*), las intermedias son de tipo M (*medium*) y las de mayor presupuesto son calificadas de tipo L (*large*). LISA, en concreto, es una misión de tipo *Large*, la tercera misión de esta envergadura en toda la historia de la institución.

ExoMars, taladrar Marte

Una de las misiones de la ESA que más dará que hablar en el futuro será ExoMars, un proyecto que incluye un *rover* (un vehículo) que aterrizará en el planeta rojo a principios de 2021. ¿Qué pretende estudiar ExoMars y qué podemos esperar de la misión? “El módulo de aterrizaje estático se enfoca en

comprender el medio ambiente en Marte, mientras que el *rover* utilizará un radar de penetración en el suelo para buscar agua debajo de la superficie y un taladro para alcanzar muestras ubicadas hasta dos metros por debajo del nivel del suelo”, responde el director de Ciencia de la ESA.

La oportunidad de hallar vida en Marte es, gracias a este proyecto, posible. Así lo cuenta Hasinger: “El objetivo de la misión es aterrizar en lo que creemos que es un antiguo lago o lecho marino de al menos 3.000 millones de años. La vida habría comenzado en la Tierra en este momento y creemos que las condiciones en Marte eran, por aquel entonces, similares. El *rover* posee instrumentos muy avanzados para analizar las muestras a nivel molecular. Si hay evidencia de material orgánico, o incluso de vida antigua, tenemos la oportunidad de encontrarlo”.

Juice y el viaje a Saturno

Juice es una sonda de la ESA que tiene como objetivo primordial explorar Ganímedes, la mayor luna de Júpiter. Además de visitar las proximidades de Ganímedes, la sonda también realizará dos vuelos sobre Europa, otra luna de Júpiter.

El satélite Europa es de menor tamaño que la luna Ganímedes, pero es de mayor interés científico: en su interior se esconde un océano que además está en contacto con el interior rocoso del satélite, lo que posibilita la existencia de fuentes hidrotermales, es decir, altas probabilidades de que se desarrolle la vida. “Se espera que la sonda Juice despegue en 2022 y llegue a Júpiter siete años más tarde, en 2029”, cuenta Hasinger. “Después, Juice pasará al menos tres años haciendo observaciones detalladas de Júpiter y otros tres más observando sus lunas más grandes: Ganímedes, Calisto y Europa”.

Pero Ganímedes es el principal objetivo científico de la misión. “Los investigadores creen que existe calentamiento en las mareas del océano de Ganímedes, aunque en un grado mucho menor que en Europa. Este calor podría impulsar cierta actividad tectónica y proporcionar una de las condiciones necesarias para que emerja la vida: una fuente de energía”, relata el director de Ciencia de la ESA.

¿Por qué es importante estudiar en profundidad los satélites de Júpiter y, en concreto, la luna Europa? “Si bien Ganímedes es el objetivo principal de Juice, la misión también estudiará otras lunas, como Europa y Calisto, comparando así los diferentes ambientes en estos tres satélites helados. Esta imagen comparativa permitirá a los investigadores comprender mejor las condiciones adecuadas para el surgimiento de la vida en mundos helados. Pero sí, de todas las lunas de Júpiter, Europa es la más interesante, pues los científicos creen que es más probable que sea habitable”, responde Hasinger.

Además de las lunas de Júpiter, hay otro satélite de nuestro sistema solar que llama la atención de los científicos. Ese satélite es Encélado, una luna de Saturno que, según se cree, posee un océano al estilo del de Europa. Sin embargo,

investigar Encélado resulta mucho más sencillo por un simple motivo: los géiseres.

Lo explica Hasinger: “Encélado, al igual que Europa, tiene un gran océano subsuperficial. Acceder a ellos está más allá de cualquier medio práctico a nuestra disposición hoy en día. Tendríamos que penetrar unos 20 kilómetros de cubierta de hielo para acceder al agua del océano y hacer un análisis. Existe, sin embargo, una alternativa potencial. No sabemos si funcionará, pero tiene la virtud de ser mucho más sencillo de implementar”.

Y añade: “La luna de Saturno, Encélado, tiene géiseres (chorros de fluidos) que arrojan partículas del océano al espacio. Ya hay planes para enviar hasta allí una sonda capaz de analizar el material que expulsan estos géiseres. El problema a resolver es: ¿cómo podemos obtener suficiente material para realizar una buena medición? Esto es lo que los investigadores están tratando de solucionar actualmente”.

Por ahora solo se ha hablado del uso de sondas y naves robotizadas, pero, ¿qué hay de los viajes de seres humanos al espacio? “Nuestro programa de exploración se centra en tres destinos donde los seres humanos algún día vivirán y trabajarán: la órbita terrestre baja (donde, de hecho, ya estamos viviendo y trabajando a bordo de la Estación Espacial Internacional), la Luna y, por último, Marte, que es el objetivo a largo plazo para la exploración humana”, contesta Hasinger.

“¿Que por qué explorar?”, se pregunta el director de Ciencia de la ESA. “Pues, en primer lugar, para obtener conocimiento científico sobre nuestro sistema solar y los orígenes de la vida. Pero también para mejorar nuestras habilidades tecnológicas resolviendo los desafíos de la exploración, como la forma de proporcionar oxígeno al agua o la protección contra la radiación”.

“Todo lo relacionado con la exploración se desarrolla a partir de la cooperación internacional, una necesidad evidente, porque los desafíos son muy grandes. Por otro lado, también creo que es una inspiración ver a los astronautas y cosmonautas de todo el mundo trabajando juntos. Es una manera de inculcar a la próxima generación de jóvenes unos ciertos valores de cooperación pacífica entre naciones, algo muy importante para todos nosotros”, concluye.

Libros

El casino del clima

William Nordhaus

ISBN: 978-84-23-43074-1

430 páginas

Deusto

El cambio climático está alterando profundamente nuestro mundo de una forma que presenta un gran riesgo para las sociedades humanas y los sistemas naturales. En este libro, William Nordhaus, ganador del premio Nobel de Economía, nos ofrece con un lenguaje accesible un nuevo análisis de por qué las políticas anteriores no lograron reducir las emisiones de dióxido de carbono, cómo pueden tener éxito los nuevos enfoques y qué políticas serán las que reduzcan las emisiones de manera más efectiva. En resumen, aclara un problema acuciante de nuestro tiempo y nos enseña los próximos pasos cruciales para desacelerar la trayectoria del calentamiento global.

Los señores del espacio

Christian Davenport

ISBN: 978-84-23-43073-4

Deusto

360 páginas

Descubre el nacimiento de una nueva Era Espacial. *Los señores del espacio* relata la historia de un grupo de emprendedores multimillonarios, entre los que destacan Elon Musk, Jeff Bezos, Richard Branson y Paul Allen, que están dedicando sus fortunas a la resurrección del programa espacial americano. Estos hombres, algunos de los más ricos del mundo, hacen uso de las innovaciones de Silicon Valley para intentar enviar a los seres humanos más lejos de lo que jamás ha conseguido la NASA y disminuir el coste de los viajes espaciales.

El instinto de la conciencia

Michael S. Gazzaniga

ISBN: 978-84-49-33600-3

Paidós

352 páginas

La idea del cerebro como máquina, propuesta por primera vez hace siglos, ha llevado a suposiciones sobre la relación entre la mente y el cerebro que los científicos y los filósofos persiguen hasta nuestros días. Gazzaniga, sin embargo, afirma que se trata precisamente de lo contrario: los cerebros hacen máquinas, pero no pueden reducirse a una. Una nueva investigación sugiere que el cerebro es, en realidad, una confederación de módulos independientes que trabajan juntos. Comprender cómo la conciencia podría emanar de tal organización ayudará a definir el futuro de la neurociencia y la inteligencia artificial, y cerrará la brecha entre el cerebro y la mente.

GRANDES NOMBRES

Un científico singular llamado Richard Feynman

Por César Mestre

“Creo que puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica”. Esta es una de las citas más reiteradas de Richard Feynman, y constituye sin duda una reflexión anómala para un físico. Pero la frase adquiere significado cuando se comprende cómo actuaban los delicados mecanismos del cerebro de quien fue, además de uno de los más afamados representantes de la física teórica de todos los tiempos, uno de los científicos más célebres del siglo pasado.

Suele ser habitual que los divulgadores científicos utilicen metáforas de la vida real para aproximar a la gente los conocimientos más técnicos. Richard Feynman (Manhattan, 11 de mayo de 1918 – Los Ángeles, 15 de febrero de 1988), sin embargo, iba por otro lado: cuando pronunció la célebre frase a la que hacemos referencia más arriba, en el transcurso de una conferencia celebrada en la Universidad de Cornell en 1964, intentaba persuadir a sus escuchantes de que no trataran de entender su disertación “en términos de algo familiar”. Por el contrario, indicaba que se limitaría únicamente a explicar los mecanismos de la naturaleza, invitando al público que le escuchaba a “relajarse y disfrutarlo”.

Esta forma de exponer sus conocimientos, encareciendo a su auditorio que le escuchara sin intentar comprender lo que describía, fue un recurso habitual en otras comparecencias de Feynman, como cuando en 1983 respondió en estos términos a un entrevistador de la BBC que le preguntaba sobre el mecanismo de los imanes: “No puedo explicar esa atracción en términos de nada que le sea familiar a usted”. Comportamiento este que quizá se remontaba a la infancia del físico, cuando su padre le llevaba a observar aves. Décadas más tarde, Feynman resaltaría la diferencia entre saber el nombre de un pájaro y conocer al ave, pues lo primero no revelaba cosa alguna sobre el animal, sino sobre las personas.

El hombre más inteligente del mundo

El físico se empeñaba denodadamente en ofrecer aquella visión del conocimiento puro porque para él resultaba normal lo que para la inmensa mayoría de la humanidad no lo era. En palabras de su biógrafo, James Gleick, autor de *Genius: the life and science of Richard Feynman* (*Genio: la vida y la ciencia de Richard Feynman*), no se trataba únicamente de que fuera muy bueno en matemáticas, materia en la que siempre sobresalió, sino que “parecía poseer una aterradora facilidad con la sustancia detrás de las ecuaciones”.

Tal vez esa era la razón por la que le resultaba muy difícil entender por qué la mayoría de las personas necesita algo tangible y material en lo que creer. A él le era suficiente con observar las ecuaciones para comprender la naturaleza: “Tenía ideas muy profundas sobre lo que significa entender algo”, señala Gleick a la web *OpenMind*. “Creía que, si no podías explicar algo de forma muy simple, realmente no lo habías entendido”. Ese tipo de actitud era parte de lo que en

1979 impulsó a la revista *Omni* a considerarle “el hombre más inteligente del mundo”.

Todos esos rasgos capacitaban a Richard Feynman para trabajar su física en territorios que resultan penosamente abstractos para una persona común. De hecho, si se pregunta por un vídeo suyo, es posible que muchos logren identificarle, pero si se inquiriere acerca de sus logros principales en materia científica, pocos sabrán enumerarlos, al margen de su contribución al *Proyecto Manhattan*, durante la Segunda Guerra Mundial, para la fabricación de la bomba atómica.

Y no hay duda de que su participación en tan siniestra iniciativa fue su aportación más material. Cuando durante sus inicios buscaba especializarse, escogió una zona situada entre el fárrago de las matemáticas y la excesiva claridad de la ingeniería eléctrica.

Ese lugar intermedio lo halló en la física teórica, mientras empezaba a dar muestras del carisma que ponía de relieve su singularidad: en el transcurso del tiempo que pasó en el laboratorio de Los Álamos, trabajando en el diseño del ingenio nuclear, se entretenía abriendo las cajas fuertes de sus compañeros mientras asistía, impotente, al progresivo deterioro físico de su primera esposa, Arline, a manos de la tuberculosis. A tan dramática pérdida se añadiría meses más tarde el terrible resultado del producto de su labor con los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki.

Entre la luz y la materia

A partir de entonces, Feynman consagraría su mente a las materias complejas que le convertirían en un hombre célebre, primero en la Universidad de Cornell y, posteriormente, en Caltech, y le llevarían a conquistar el Premio Nobel en 1965. Trabajó en la superfluidez del helio líquido, para pasar a continuación a la que fue su contribución más importante, la electrodinámica cuántica, a la que su biógrafo, James Gleick, denomina “la teoría de toda la interacción entre la luz y la materia”.

En esa teoría conviven la mecánica cuántica y la relatividad especial. Incluso transcurridas unas décadas desde el desarrollo de la cuántica, Feynman llegó a proponer una nueva interpretación, la formulación por integral de caminos, que tenía en cuenta todas las posibles trayectorias de una partícula entre dos puntos. Pero mientras tanto inventó los diagramas que llevan su nombre y que representan pictóricamente el comportamiento de las partículas, gracias a los cuales puede observarse intuitivamente la forma en que un positrón se comporta como un electrón viajando hacia atrás en el tiempo.

Su hijo Carl evocaba en una ocasión que la familia poseía una furgoneta Ford de 1974 con “Qantum” en su matrícula y decorada con los dibujos que le habían hecho lograr el Nobel a su padre. Cuando les preguntaban por qué tenían diagramas de Feynman pintados en el vehículo, solían responder: “Bueno, somos los Feynman”. Ejemplos de esos diagramas fueron incluidos en un sello postal de 2005 en Estados Unidos.

No obstante, a pesar de su defensa de la comprensión intuitiva de la física, Feynman nunca renunció al conocimiento puro sin metáforas. Como contaba su hija Michelle, en 1984 escribía a su colega de Cornell, David Mermin: “Toda mi vida de madurez he tratado de destilar la rareza de la mecánica cuántica a condiciones más y más simples. He dado muchas conferencias, cada vez de mayor simplicidad y pureza”.

Morir es aburrido

Y fue ese punto de vista diferente, unido a su enorme atractivo personal, lo que le llevó a ser uno de los divulgadores científicos más valorados del siglo pasado, gracias a obras como su popular *¿Está usted de broma, Sr. Feynman?: aventuras de un curioso personaje tal como le fueron referidas a Ralph Leighton*. El “curioso personaje” al que aludía el subtítulo era el notable físico teórico, quien, por las noches, tocaba los bongós para un ballet caribeño en un local de San Francisco, una habilidad adquirida a lo largo de un año sabático en Brasil. En la BDO podrás encontrar dos de sus obras en formato Daisy (*El carácter de la ley física* y *¡Ojalá lo supiera!: las cartas de Richard P. Feynman*) y otras dos en braille: *Qué significa todo esto: reflexiones de un científico-ciudadano* y *Seis piezas fáciles: la física explicada por un genio*.

Durante esa misma época, a su desbordante carácter y a su obra divulgativa se le sumaba un añadido de popularidad sobrevenida debido a su participación en la Comisión Rogers, que investigó en 1986 el siniestro del transbordador espacial Challenger. Feynman produjo asombro cuando introdujo en un vaso de agua con hielo un fragmento de junta tórica como las que se habían utilizado en los propulsores de la nave, demostrando así que la goma se había vuelto quebradiza a causa del frío ambiental.

El físico llevó su singular genialidad, entre solemne y humorística, hasta su batalla final contra el cáncer. “Morir es aburrido”, fueron sus últimas palabras. Y falleció sin poder viajar a Tannu Tuvá, una remota república de la URSS que Feynman y su amigo Ralph Leighton se habían propuesto visitar, en lo que empezó siendo una broma, pero que acabó transformándose en una auténtica misión. Curiosamente, poco después de morir llegaba a su correo la carta con los dos visados para viajar a aquel lugar, fechados a los cuatro días justos de su deceso.

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.

- 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