

UNIVERSO

N.º 78

20 de octubre de 2016 – 20 de noviembre de 2016

SUMARIO

- Actualidad científica

- Breves

- En profundidad

- El dolor y sus umbrales: más allá de los sentidos

- En desarrollo

- La tierra tiembla bajo el mar de Alborán
- ¿Qué esconde Júpiter bajo sus nubes?

- De cerca

- “Para reforzar el sistema inmunitario, siempre recomiendo las vacunas”. Entrevista a Bruce Beutler, inmunólogo y nobel de Medicina

- Libros

- Grandes nombres

- Srinivasa Ramanujan, el matemático autodidacta de las fórmulas increíbles

- Inventos y descubrimientos

- Cien años cruzando el Niágara con el teleférico de un genio español

Presentación

Aunque es temido y denostado, el dolor constituye uno de los mejores aliados del ser humano para garantizar su supervivencia. Pero cada persona lo siente con distinta intensidad. Varios expertos relacionados con su tratamiento analizan para *Universo* las razones que motivan esas diferencias y desmontan algunos convencionalismos sociales sobre el dolor.

Hablamos con la responsable de un equipo del CSIC que pretende monitorizar la falla de Al-Idrissi, en el fondo del mar de Alborán, responsable del potente seísmo que sacudió Melilla y parte de Andalucía el pasado mes de enero. La investigadora nos ofrece detalles sobre la actividad sísmica en la cuenca mediterránea y sobre los motivos de los recientes terremotos acaecidos en Italia.

Los secretos que esconden las nubes de gas de Júpiter, la asombrosa vida de un matemático hindú autodidacta, una entrevista con el nobel de Medicina Bruce Beutler, firme defensor de las vacunas, y la celebración del primer siglo del autocard, inventado por un español, son otros contenidos que podrás encontrar en esta nueva entrega de *Universo*.

Actualidad científica

Breves

Hallan en Groenlandia el fósil más antiguo del planeta

Un equipo de geólogos liderado por Allen Nutman, de la Universidad de Wollongong, en Australia, ha descubierto en Groenlandia una roca con 3.700 millones de años de antigüedad, un hallazgo que se ha producido gracias al deshielo de la región en la que se encontraba. Esta piedra, cuyo descubrimiento se ha publicado en la revista *Nature*, se formó 220 millones de años antes que la que hasta ahora se consideraba más antigua.

No obstante, la roca será sometida a más estudios para confirmar estas conclusiones. El hallazgo del fósil tuvo lugar en Isua, al sur de Groenlandia, en un área muy valiosa para estudiar la geología de la Tierra por la antigüedad de sus sedimentos.

El análisis de estas rocas reveló la existencia de fósiles de estromatolitos de entre uno y cuatro centímetros de altura. “Se trata de rocas metasedimentarias carbonatadas ricas en dolomita”, explicó al diario *El Mundo* Jesús Martínez Frías, jefe del Grupo de Investigación del CSIC de Meteoritos y Geociencias Planetarias en el Instituto de Geociencias (IGEO/CSIC-UCM).

Según sus descubridores, el fósil hallado en Groenlandia contiene pruebas que demuestran que estos estromatolitos fueron formados por organismos vivos. Por tanto, no se han hallado microbios fosilizados, sino los montículos que construyeron, y el fósil conserva las huellas de la actuación de los microbios.

La textura de las rocas que se encontraban alrededor del fósil apunta a que habían estado en un mar poco profundo. “Este estudio sugiere que la existencia de vida en nuestro planeta se remonta a antes de lo evidenciado hasta el momento. Se trata de un artículo extremadamente interesante pero controvertido, como no podía ser de otra manera, por su relevancia. Ya hay algunos autores que no están de acuerdo con lo que se propone en cuanto al posible origen de estas estructuras estromatolíticas”, señala Martínez Frías.

Los perros entienden lo que se les dice

Los perros son capaces de comprender las palabras y el tono con que se les habla, ya que utilizan el hemisferio cerebral izquierdo para procesar los vocablos y el derecho para procesar la entonación. Además, activan el centro de recompensa del cerebro cuando las palabras y la entonación concuerdan.

Estas son las conclusiones de un estudio realizado por un equipo del Departamento de Etología de la Universidad Eötvös Loránd, en Budapest, liderado por Attila Andics, que se publica en la revista *Science*.

El nuevo hallazgo sugiere que los mecanismos neuronales para procesar las palabras no son exclusivos de los humanos, y que si los animales están en un

entorno en el que se habla, como es el caso de los perros que viven con familias, el significado de los vocablos llega hasta su cerebro. Y aunque no sean capaces de hablar, sí que entienden lo que se les dice.

Y es que durante el procesamiento del lenguaje hay una distribución del trabajo en el cerebro humano: en el hemisferio izquierdo se procesa sobre todo el significado de las palabras, mientras que el derecho se encarga de descifrar cómo se dicen. Los perros pueden hacer ambas cosas, tal y como han demostrado los investigadores después de trabajar con 13 canes a los que se les realizaron varios escáneres cerebrales para medir la actividad cerebral cuando escuchaban las órdenes de sus adiestradores.

Tal y como han podido demostrar los investigadores húngaros, los perros prefieren utilizar el hemisferio izquierdo para procesar las palabras con significado, cosa que no hacen con las que no lo tienen. Sin embargo, cuando su adiestrador se dirige a ellos con palabras que alaban sus acciones, activan el hemisferio derecho, independientemente del tono que se emplee. Se trata de la misma región cerebral que ya se había visto que se activaba en los perros para procesar sonidos emocionales que no correspondían a palabras, donde la entonación tiene un papel decisivo.

Este estudio es el primer paso para entender cómo los perros interpretan el discurso humano, lo que puede ser de gran ayuda para mejorar la comunicación y cooperación entre el hombre y el can.

Detectan un volcán de hielo y agua en el planeta enano Ceres

La nave espacial Dawn, en órbita alrededor del planeta enano Ceres, ha descubierto que este remoto mundo de roca y hielo tiene cráteres, terrenos agrietados y otras huellas de procesos geológicos, incluida una formación muy poco frecuente en los objetos del Sistema Solar: los criovolcanes.

Según publica la revista *Science*, en estos volcanes extraterrestres se supone que el agua líquida desempeña el papel de magma o lava, mientras que el hielo hace las veces de roca. Aunque se han observado en lunas como Tritón y Encélado, las evidencias que prueban la existencia de estos volcanes de hielo han sido hasta ahora difíciles de descubrir en objetos como los planetas enanos.

Pero con las imágenes de la nave Dawn, un equipo liderado por el investigador Ottaviano Ruesch, del centro de vuelo espacial Goddard de la NASA, ha localizado una formación criovolcánica en Ceres, el objeto más grande del cinturón de asteroides situado entre Marte y Júpiter, llamada Ahuna Mons. Se trata de una montaña con forma de domo, con una base elíptica y una parte superior cóncava que, junto a otras propiedades, indican que es un criovolcán.

Mediante modelos matemáticos, los investigadores han determinado la edad de Ahuna Mons y han descubierto que se formó después de los cráteres que la rodean, lo que revela que esta montaña helada se originó hace relativamente poco tiempo. No hay evidencia de tectónica de compresión ni de erosión.

Aparentemente, la extrusión (que se produce al apretar un material para que salga por una abertura) es la causa fundamental de la formación de este volcán de hielo.

Aunque los científicos no pueden determinar cuál es el material exacto que originó este criovolcán sin disponer de más datos, consideran que las sales de cloro —detectadas anteriormente en otras regiones de Ceres— podrían estar junto al hielo de agua bajo la superficie del planeta enano y provocar la actividad química que levantó Ahuna Mons.

La Tierra cambia de era geológica

El planeta Tierra ha entrado en una nueva página del calendario geológico, el Antropoceno, según ha confirmado un grupo de científicos, que asegura que una de las pruebas de ello está en la ría de Bilbao, en una franja de siete metros de sedimentos acumulados por la industrialización.

Tras siete años de trabajo, un grupo de 35 especialistas realizó varias votaciones hasta decidir que el Antropoceno es ya una nueva época geológica dentro del período Cuaternario (el Jurásico, por ejemplo, es otro período geológico dividido en distintas épocas). También votaron que la marca que determina ese cambio son los residuos radiactivos del plutonio, tras los numerosos ensayos con bombas atómicas realizados a mediados del siglo XX. Por eso, la fecha que eligieron como línea de entrada en el Antropoceno es 1950.

Según Alejandro Cearreta, profesor de la Universidad del País Vasco y el único científico español que formaba parte del equipo de alto nivel que tenía como objetivo determinar si realmente vivimos ya en un momento geológico distinto, sería más correcto situar en 1952 la fecha de entrada en el Antropoceno, porque es cuando todos los isótopos radiactivos provocados por dichas bombas se asentaron en la totalidad del planeta.

Cearreta añade que para entrar en un momento geológico distinto tiene que haber una señal inequívoca “global y sincrónica” del cambio planetario. Por tal motivo, aunque inicialmente se propuso 1800, con la Revolución Industrial, como fecha de comienzo del Antropoceno, se ha descartado porque su huella no llega por igual y al mismo tiempo a todo el globo.

En cualquier caso, la decisión de este grupo de especialistas no aparecerá todavía en los libros de texto, ya que aún la tienen que ratificar formalmente varios organismos en los próximos años.

En profundidad

El dolor y sus umbrales: más allá de los sentidos

Por Refugio Martínez

El dolor, tan temido, tan denostado, tan odiado, es, sin embargo, uno de nuestros mejores aliados para garantizarnos la supervivencia y una experiencia de vida que, sin matarnos, nos hace más fuertes. Pero, ¿por qué cada persona lo siente con distinta intensidad? ¿Acaso porque unos son más quejicas y otros más sufridos? ¿Acaso porque unos tienen vocación de héroe y otros de víctima? La realidad nada tiene que ver con estos falsos convencionalismos sociales, y, en este artículo, *Universo* explica las razones.

Existen cosas en la vida que no son nada gratificantes y que, sin embargo, resultan inevitables, como el envejecimiento, la muerte o el dolor. Aunque, en este último supuesto, nadie pone en duda su utilidad “porque nos alerta de que algo no está funcionando bien. Es como una llamada de atención”, afirma María Isabel Heraso, presidenta de la Fundación Internacional del Dolor (FID) y directora de la Unidad del Dolor del Hospital San Francisco de Asís de Madrid.

La madre naturaleza hizo que el dolor fuera tan molesto, desagradable e insoportable como para que naciera en nosotros la necesidad inexcusable de erradicarlo, relegando todo lo demás a un segundo plano. Una sabia determinación, porque, con la inclinación natural que tiene el ser humano hacia la pereza, no es descabellado pensar que con otro mecanismo de alerta, menos radical, la humanidad hace tiempo que se habría extinguido.

Pero la realidad es que estamos aquí, y no solo hemos sobrevivido, sino que hemos sido capaces de someter y doblegar al dolor. Sin embargo, y a pesar de que todos lo hemos experimentado en algún momento de nuestra vida, poco sabemos sobre este tema. “El dolor es un síntoma subjetivo por antonomasia. Cada uno tiene el suyo, cada uno tiene un umbral del dolor distinto y a cada uno hay que tratarle en su medida. No hay dos dolores iguales en dos personas distintas”, explica Rafael Moncada, especialista en anestesiología, cuidados intensivos y terapéutica del dolor en la Unidad de Dolor de la Clínica Universitaria de Navarra.

Nociones básicas

El dolor puede ser agudo o crónico. “El dolor de tipo agudo es necesario para que el cuerpo se dé cuenta de que algo malo está pasando y se le ponga remedio”, añade Moncada. Sin embargo, el dolor crónico, al prolongarse en el tiempo, pierde su finalidad fisiológica y, en opinión de este médico, “ya no nos avisa de que hay ninguna lesión. Lo que hace es consumirnos, deteriorar nuestro estado mental, deprimirnos, bajarnos la autoestima”.

Por eso, aunque no sepamos cuál es la causa del dolor crónico, si este persiste durante más de seis meses, “hay que tratarlo inmediatamente como si fuera una entidad propia. Se convierte en una enfermedad”, advierte Moncada. Pero lo curioso del dolor es que no todos los seres humanos lo experimentan igual aunque sea de la misma intensidad: algunas personas, cuando se hacen un tatuaje, solo sienten un pequeño pinchazo cuando penetra la aguja, y, sin embargo, otros no pueden aguantar el dolor. ¿Por qué ocurre esto? ¿Por qué siendo una sensación tan física y tan real cada persona la vive de una manera tan distinta?

Subjetivo, individual e intransferible

La explicación más común y extendida entre los neófitos en el tema es aquella que califica a las personas como poco tolerantes al dolor o con un umbral del dolor bajo, es decir, como quejicas. Sin embargo, en opinión de Moncada, la realidad es muy distinta: “No podemos decir que el paciente es un quejica porque nos diga que tiene dolor ante un estímulo muy pequeño. Él lo vive así, ese es el umbral que tiene del dolor y así hay que tratarlo”.

En este sentido, José Luis de la Calle Reviriego, jefe de la Unidad Multidisciplinar para el Estudio y Tratamiento del Dolor del Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid, aclara que “el problema radica en que todo el mundo entiende el dolor como un fenómeno exclusivamente sensitivo, pero es un proceso mucho más complejo”.

Todos los dolores tienen un componente sensitivo, que es puramente físico; un componente cognitivo, relacionado con las creencias que la persona tiene sobre ese dolor y sobre la enfermedad, y un componente afectivo, relacionado con la situación anímica que se atraviese en ese momento determinado, es decir, la actitud con la que se afronta el dolor, que, por ejemplo, puede ser asertiva o catastrofista. En cualquier caso, “lo que se modifica en la experiencia dolorosa es la proporción de cada uno de esos tres factores”, añade De la Calle.

En los dolores agudos, lo normal es que predomine el factor sensitivo, ya que el paciente conoce la procedencia de su dolor y la manera de tratarlo. Sin embargo, en los dolores crónicos, en los que no se sabe el origen del padecimiento, predominan los otros dos componentes. Por ejemplo, si nos damos un golpe en el tórax jugando al fútbol, está claro cuál es la causa del dolor, por lo que va a predominar el componente sensitivo. “Pero –continúa De la Calle– si sospecho que el tórax me duele porque tengo un tumor, el componente sensitivo disminuye y aumentan el cognitivo y el emocional”.

¿Cómo se mide el dolor?

La manera de medir el dolor en cada persona es a través de su umbral, que se puede definir como el límite a partir del cual una sensación pasa de ser displacentera a ser dolorosa y penosa. Existen numerosas escalas para medir el dolor, como las analógicas-visuales, pensadas, por ejemplo, para los niños pequeños, que, como no pueden expresarse con palabras, indican sus

sensaciones eligiendo caras más o menos sonrientes en función de la intensidad de su dolor.

Pero la escala más común es la numérica, en donde se somete a una persona a un estímulo doloroso y se le pide que marque un número entre el 0 y el 10. Si se marca una cifra inferior a 3, el dolor es leve; entre 3 y 6, el dolor es moderado, y por encima de 6, es severo. El problema de estas escalas, en opinión del jefe de la Unidad Multidisciplinar del dolor del Ramón y Cajal, es que “se identifica intensidad de estímulo con intensidad del dolor cuando realmente esta no es una relación lineal, porque, además del factor sensitivo, intervienen otros, como el emocional o el cognitivo”.

Por ello, cuando se realizan los estudios en la escala numérica, si se sube el estímulo tres puntos, la persona que hace la prueba debería sentir tres unidades más de dolor, y eso, en la realidad, no tiene por qué ser así. “Nosotros tenemos una máquina llamada Termotest con la que estamos realizando unos estudios de investigación experimentales”, explica De la Calle. El sistema consiste en pinchar con una aguja una zona puntual de la piel del paciente para aplicarle calor local. “Una persona puede tener sensación de dolor por encima de 45 grados y, sin embargo, otras necesitan 50 grados para tener esa impresión”, aclara el médico.

La relevancia de estos ensayos es que “se intenta discriminar qué parte de cada uno de los tres factores del dolor influye en el paciente”, añade. Esta discriminación es muy importante a la hora de determinar el diagnóstico y el tratamiento correctos para combatir el dolor. Si el componente afectivo es muy elevado, habrá que sumar a los tratamientos médicos clásicos —como fármacos, bloqueos nerviosos o intervenciones— los tratamientos psicológicos. En el caso de que sea el cognitivo uno de los factores que predomina, habrá que tratar al paciente con una terapia cognitiva conductual, “en donde se le explica el origen de la enfermedad y las expectativas terapéuticas”, precisa De la Calle.

Este factor tridimensional del dolor obliga a que sea un equipo médico multidisciplinar el que deba diseñar y aplicar el tratamiento. En su caso, De la Calle asevera que en su equipo todos tienen “una formación específica en el tratamiento del dolor, pero la Unidad está formada, desde el punto de vista facultativo, por anestesiólogos, rehabilitadores y psicólogos”.

Tratamientos personalizados

Como el umbral del dolor es distinto en cada persona, existen tantos tratamientos como pacientes. Por eso, el facultativo tiene que estudiar cuántos de cada uno de los factores del dolor existe en cada caso y conjugarlos en un tratamiento lo más adecuado posible. En este sentido, Moncada expone que “aunque sepamos el peso, la edad, la talla y la causa del dolor, no podemos saber cuál es la dosis que va a ser eficaz. Por eso —continúa—, se empieza con la dosis mínima necesaria para quitar el dolor y que le produzca el menor efecto secundario posible, y se varía en función de cómo vaya reaccionando el paciente”.

Lo cierto es que no todos los tratamientos son igual de agresivos. “Recetar un antiinflamatorio o un medicamento con morfina es más económico que un bloqueo nervioso o una intervención, pero también mucho más invasivo”, afirma Heraso. Y aunque para el médico debería ser prioritario aplicar la terapia menos nociva, la realidad es que no existe un protocolo único que lo garantice, y, en muchas ocasiones, en los centros de salud lo que priman son las razones económicas.

Al margen de la polémica, existen otras terapias que no necesitan medicamentos. “Estímulos —revela la doctora Heraso— con los que segregar más endorfinas (que tienen la misma composición que la morfina), como, por ejemplo, la risa, la diversión, hacer el amor, el ejercicio físico, buenas noticias...”, pero, eso sí, para que sean eficaces se requiere la colaboración del afectado.

Parece, pues, que el umbral del dolor es distinto en cada persona por la sencilla razón de que cada persona es única: su combinación genética, sus vivencias, su aprendizaje y sus conocimientos configuran una personalidad que se extiende hasta nuestra manera de vivir y de sentir el dolor.

Para la presidenta de la FID, estas experiencias nos hacen crecer como personas: “Todo el mundo, antes o después, pasa por un proceso doloroso, y cuando esto ocurre, nos hacemos preguntas trascendentes, como ‘¿Por qué me tiene que pasar esto a mí?’”. Lo humano de este proceso es cuestionarnos la razón, pero los significados son las conclusiones a las que llegamos, porque nos hacen más sabios. “Con estas experiencias de dolor acabamos creciendo si logramos contestarnos a estas preguntas, pero si esto no es así, ha sido un dolor crónico inútil”, concluye Heraso.

En desarrollo

La tierra tiembla bajo el mar de Alborán

Por Ignacio Santa María

Un equipo de científicos del grupo *Barcelona Center of Subsurface Imaging (B-CSI)*, del Instituto de Ciencias del Mar del CSIC, ha desplegado una red de sismómetros en el fondo del mar de Alborán. El objetivo es monitorizar la falla de Al-Idrissi, causante del terremoto de 6,4 grados que hizo temblar Melilla y parte de Andalucía el pasado mes de enero. *Universo* habla con la responsable de este grupo acerca de la actividad sísmica de la cuenca mediterránea, una zona de fricción entre las placas euroasiática y africana. También nos aclara las causas de los terremotos de los Apeninos en Italia, que recientemente conmocionaron al mundo.

El 25 de enero de este año, muchos andaluces y melillenses se despertaron sobresaltados en plena noche. Eran las 5:20 de la mañana cuando la tierra empezó a temblar. La magnitud del terremoto fue de 6,4, mayor aún de la que registró el seísmo de Italia del pasado mes de agosto que se cobró la vida de 290 personas. En este caso, hubo un fallecido y 26 heridos.

A diferencia del sismo que arrasó el pueblo de Amatrice, el terremoto que hizo temblar Melilla y parte de Andalucía en enero no fue destructivo porque su epicentro se encontraba en el fondo del mar de Alborán, a una profundidad de 10.000 metros y a 77 kilómetros de distancia de la costa africana.

El seísmo del pasado 25 de enero es el de mayor intensidad en el mar de Alborán desde que se tienen registros fiables. Lo sabe bien el equipo del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), liderado por la investigadora científica Eulàlia Gràcia, que lleva seis años estudiando la actividad tectónica y sísmica de esta parte del Mediterráneo. Su interés se centra sobre todo en la falla Al-Idrissi, eje principal del sistema llamado Zona de Cizalla del mar de Alborán, que incluye también otras fallas de menores dimensiones.

Al sistema Zona de Cizalla del Mar de Alborán, junto a su continuación en tierra hacia el margen norte de Marruecos (zona de Alhucemas) y hacia el sureste de la península Ibérica a través de la llamada Zona de Cizalla de las Béticas Orientales, no solo se le atribuye el origen del seísmo del pasado 25 de enero, sino también de los de Alhucemas en 1994 y 2004 (este último causó más de 600 muertos y muchos destrozos), así como del terremoto de Lorca (Murcia) en 2011, que se saldó con nueve víctimas mortales y más de 300 heridos.

El mar Mediterráneo alberga el límite entre las placas de Eurasia (que incluye la península Ibérica) y África. Gràcia detalla a *Universo*: “Estas placas convergen a una velocidad de cuatro a cinco milímetros/año, causando una sismicidad de magnitud baja a intermedia, aunque se pueden producir seísmos de elevada magnitud, como ocurrió con el destructivo terremoto de Lisboa de

1755 o el de Torrevejea de 1829. Además, si estos terremotos ocurren en mar, como el de Lisboa, pueden desencadenar tsunamis muy destructivos”.

Gemma Ercilla, del grupo Márgenes Continentales, también del Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC), y Jesús Galindo, del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Universidad de Granada) explican a *Universo* que en “la zona central del mar de Alborán, al ser tectónicamente activa, se producen notables inestabilidades del fondo submarino (deslizamientos) como consecuencia de los terremotos que allí se originan. Todas estas estructuras, fallas y deslizamientos son responsables de la mayor parte de los riesgos geológicos que ocurren en esta región”.

Diez sismómetros en funcionamiento

El terremoto del pasado 25 de enero se atribuye concretamente a una de estas fallas: la que lleva por nombre Al-Idrissi. Esta joven falla (de edad Cuaternaria) está siendo objeto de un estudio pormenorizado por parte del grupo de científicos del B-CSI, del Instituto de Ciencias del Mar del CSIC en colaboración con investigadores del centro Geomar de Alemania, de la Universidad Mohamed V de Marruecos y del Instituto Jaime Almera (CSIC), también de Barcelona.

En el marco de esta investigación, el pasado mes de septiembre una expedición científica a bordo del buque del CSIC *Sarmiento de Gamboa* desplegó una red de 10 sismómetros de fondo oceánico (OBS, por sus siglas en inglés) en la zona. Otro buque, el *Ángeles Alvariño*, del Instituto Español de Oceanografía, se encargará el próximo mes de diciembre de recoger estos instrumentos de medición y de realizar cartografías de detalle de la falla.

“Durante tres meses, los OBS monitorizarán la sismicidad en esta zona y proporcionarán información sobre la estructura superficial y profunda del margen, así como la geometría de la estructura causante del terremoto del 25 de enero”, señala Gràcia. Con los datos registrados, el equipo del CSIC podrá localizar con gran precisión la posición correcta de los sismos ocurridos, su magnitud y profundidad de nucleación.

Las señales sísmicas obtenidas también nos proporcionarán información sobre las propiedades físicas del basamento en el cual se generan los sismos. En la campaña de recogida de los OBS, aprovecharán para elaborar una cartografía de detalle de la falla, comparar el relieve anterior y posterior al terremoto y analizar los cambios del fondo marino. Según la investigadora del grupo B-CSI del Instituto de Ciencias del Mar, esto permitirá “identificar si se han producido rupturas de la falla en superficie o si se han desencadenado deslizamientos submarinos asociados”.

Más actividad sísmica en el este

El límite entre las placas euroasiática y africana recorre el Mediterráneo de lado a lado. Por eso toda la región es sismológicamente activa. Sin embargo, la

velocidad de convergencia entre las placas aumenta a medida que avanzamos hacia el este. Esto hace que la sismicidad en la parte oriental sea más intensa.

Así lo explica Eulàlia Gràcia: “La sismicidad es moderada en la zona occidental (España, Marruecos, Argelia), en la que la velocidad de convergencia entre placas es de 4 a 5 milímetros/año, mientras que en la cuenca Mediterránea oriental, desde Italia hacia el mar Egeo (Grecia) y mar de Mármara (Turquía), la sismicidad es más elevada, pues la convergencia entre las placas es de mayor velocidad, de 10 hasta 40 milímetros/año”.

Esto, lógicamente, afecta a la intensidad de los terremotos, como indican Jesús Galindo y Gemma Ercilla: “Los principales terremotos afectan sobre todo a Italia y Grecia, aunque también cabe destacar Argelia y Marruecos. Hacia el este, Turquía es el país que ha tenido mayor sismicidad en tiempos recientes. En este sentido, España tiene una sismicidad moderada”.

Gràcia comenta: “El sur de la península Ibérica es una zona sísmicamente activa donde casi a diario se producen terremotos, los cuales en general son de muy baja magnitud (de entre 1,5 y 2). En la zona hay numerosas fallas sismogénicas que generan terremotos, pero solo algunas de ellas son potencialmente peligrosas. La mayoría son fallas de pequeña dimensión (de poca longitud y relativamente superficiales) que generan sismos sin provocar rupturas en superficie”.

Los terremotos de Italia

Dentro de la región mediterránea, mención aparte merece la zona central de Italia, que ha sufrido recientemente dos terremotos muy destructivos: el que sacudió la región de los Abruzos en 2009 y que se cobró 308 muertes, y el que afectó a la región del Lacio el pasado mes de agosto y en el que perdieron la vida 290 personas. Ambos tienen en común la alta sismicidad que existe en la cordillera de los Apeninos, una cadena montañosa que atraviesa de norte a sur la península Itálica.

“Se trata de una región con movimiento tectónico complejo y de sismicidad frecuente, conocida ya en tiempos históricos por sus registros de terremotos”, comenta Gràcia, quien a continuación repasa el amplio historial de seísmos que arrastra Italia: “Más de 400 terremotos destructivos han sido documentados en el país en los últimos 2.000 años. Desde 1905, han ocurrido 15 terremotos importantes, siendo el más destructivo el de Messina (Sicilia) de 1908, con magnitud de 7,1 y 70.000 personas fallecidas”.

Esta investigadora también destaca el hecho de que en los Apeninos abundan las pequeñas localidades con elevada densidad de población que albergan edificios con siglos de antigüedad que son extremadamente difíciles de modernizar y actualizar, hacen que los terremotos sean tan destructivos. Esto explica que un seísmo de magnitud 6,2 cause un elevadísimo número de víctimas y un enorme grado de destrucción, algo que no ocurriría en otras partes del mundo, mucho más preparadas para este tipo de sismos de mayor magnitud.

¿Qué esconde Júpiter bajo sus nubes?

Por Ignacio Santa María

Es el planeta que mejor se ve a simple vista desde la Tierra solo después de Venus y, sin embargo, Júpiter sigue guardando muchos secretos, debido a que está cubierto por permanentes nubes de gas de gran espesor. ¿Es un planeta enteramente gaseoso o tiene un núcleo rocoso? ¿Cuánta agua contiene? ¿Qué papel desempeñó en los orígenes del Sistema Solar? Estos son algunos de los misterios que intentará desvelar Juno, la sonda de la NASA que está orbitando en estos momentos alrededor del gigante.

Tras cinco años de viaje por el espacio, la sonda Juno, lanzada por la NASA, llegó a su destino el pasado mes de julio, y ahora se encuentra orbitando el planeta Júpiter a una distancia de unos 5.000 kilómetros de su superficie, 10 veces más cerca de lo que ninguna nave estuvo jamás. Dará 37 vueltas alrededor del planeta gigante tratando de desvelar los misterios que se ocultan tras sus espesas y perpetuas nubes de gas.

Los responsables de la agencia espacial estadounidense no podían haber escogido mejor nombre para esta sonda, que desvelará muchos de los misterios que el mayor y más antiguo planeta del Sistema Solar oculta bajo sus espesas nubes. En la mitología romana, Juno es la esposa de Júpiter. Cuentan que en una ocasión el dios quiso engañarla con una ninfa y, para evitar ser visto desde el cielo, envolvió la Tierra con espesas nubes. Pero su mujer levantó la niebla como un velo y descubrió el engaño. Para eso ha llegado la sonda a las inmediaciones del gigante: para obligarle a dar la cara.

Se trata de una misión muy peligrosa, en parte por la enorme fuerza gravitatoria de este coloso, que tiene un volumen de 1.317 tierras y una masa que es más del doble de la de todos los demás planetas del Sistema Solar juntos. Juno debe mantenerse en órbita alrededor del planeta sin acercarse demasiado, pues, en ese caso, sería atraída fatalmente por él. José-Luis Ortiz, investigador del Instituto Astrofísico de Andalucía (IAA-CSIC), explica a *Universo* que “ser engullido o no por la fuerza de la gravedad no solo depende de la distancia a la que uno se acerque, sino de la velocidad radial con la que uno se acerque”.

“Si esa velocidad radial es suficientemente alta, la fuerza centrífuga asociada a esa velocidad compensa la fuerte gravedad del planeta, y, por tanto, la nave puede no ser engullida, sino quedarse en órbita. La maniobra de inserción en órbita ya se hizo con éxito y ahora los cohetes de la nave solo se encenderán para hacer cambios en la órbita que permitan cumplir los objetivos de la misión”, aclara Ortiz.

Pero el mayor peligro que tiene que afrontar esta sonda del tamaño de una cancha de baloncesto es el brutal campo magnético que genera Júpiter al girar cada 10 horas sobre sí mismo, una magnetosfera 20.000 veces más potente

que la de la Tierra y que ametralla con electrones a cualquier objeto que se acerque. “Nos vamos a meter en el planeta con los niveles de radiación más terroríficos del Sistema Solar”, llegó a decir el ingeniero de la NASA Heidi Beck.

¿Cómo sobrevivirá la sonda a esta descomunal radiación? Ortiz nos da la respuesta: “Juno ha sido diseñada de forma tal que los ordenadores y las partes más sensibles a la radiación van encerrados en una especie de cripta de un metal muy resistente y con unas dimensiones especiales”. El investigador añade una metáfora: “Ese escudo protegerá al ‘cerebro’ de la nave, como el cráneo protege el nuestro, pero solo durante un tiempo, ya que los daños por radiación se van acumulando”.

Hallazgos inesperados

“Con frecuencia, lo que nos dicen las misiones espaciales son cosas que no nos esperábamos en absoluto. No siempre, pero a veces nos llevamos grandes sorpresas, y esos hallazgos nos fuerzan a replantearnos lo que conocíamos y sabíamos”, reflexiona Ortiz hablando de la misión Juno, que, aunque no podrá hacer mediciones en el interior de Júpiter, podrá sondear muy bien el campo gravitatorio joviano, con lo que aportará información sobre la estructura interna y el núcleo del planeta.

Existen muchos modelos teóricos de la estructura de Júpiter, pero el más aceptado en la actualidad establece que debajo de la capa gaseosa hay un manto de hidrógeno líquido y metálico con propiedades bastante inusuales. “Mucho más hacia el interior –explica Ortiz– se piensa que puede existir un núcleo ‘rocoso’ sólido y denso que puede tener bastantes veces la masa del planeta Tierra, pero no se sabe con certeza. La nave Juno permitirá mejorar el conocimiento sobre las características del núcleo”.

Además de su estructura, una particularidad del planeta es la composición de su atmósfera, formada mayoritariamente por hidrógeno y helio, como las estrellas. De hecho, a este gigante gaseoso a veces lo han descrito como un planeta que podría convertirse en estrella. Así se pronuncia Ortiz sobre este aspecto: “Cuando un planeta gigante gaseoso como Júpiter alcanza a tener unas 12 veces o más su propia masa, ya puede empezar a generar energía y emitir luz por sí mismo, por lo que pasaría de ser planeta (los planetas reflejan la luz de su astro) a ser estrella (las estrellas brillan por sí mismas). No obstante, los bordes entre unas cosas y otras siempre son difusos”.

El misterio del agua

“Los modelos de formación del Sistema Solar predicen que el primer planeta en formarse, o el que se formó más rápido, fue Júpiter, casi con total seguridad”, indica el investigador del IAA-CSIC. Según este experto, si atendemos a los modelos de formación de planetas, el embrión de Júpiter tendría que haber sido una acumulación de material sólido que luego fue atrayendo gas. Este material primigenio debería ser muy similar al que conforma los cometas, cuya composición principal es el hielo de agua. Sin embargo, la sonda Galileo, que

orbitó el planeta gigante entre 1995 y 2003, recogiendo una gran cantidad de información del planeta, midió muy poca agua.

“Hay que intentar averiguar si el agua está a mayor profundidad de la que pudo medir la sonda o si de verdad hay una carencia de agua en Júpiter, lo cual sería difícil de reconciliar con nuestro conocimiento sobre la formación del Sistema Solar”, subraya Ortiz. “Además –continúa este astrofísico–, muchos astrobiólogos consideran que si existiese agua líquida y algún tipo de fuente de energía que los seres vivos pudieran explotar, se darían circunstancias idóneas para la vida, aunque sea solo microscópica”.

El gran aspirador y lanzador

Bajo las nubes de Júpiter se esconden también muchos de los secretos del origen del Sistema Solar. La sonda Juno podrá ayudar a desvelar algunos de ellos, ya que en la composición de su atmósfera se pueden encontrar datos que nos indiquen el lugar del sistema donde se formó el planeta y cómo se ha ido desplazando. Tal vez se movió desde el interior al exterior arrasando todo a su paso y despejando nuestro sistema para hacerlo habitable.

Según esta teoría, Júpiter habría devorado, hace algo menos de 5.000 millones de años, los restos de gas y polvo sobrantes tras la formación del Sol. El investigador del IAA-CSIC lo relata de este modo: “En las primeras épocas del Sistema Solar, la gran masa de Júpiter atrajo gran cantidad de polvo y materia gaseosa. Por tanto, limpió y despejó su entorno con gran eficiencia, pero no solo absorbiendo (acretando) por su fuerza de gravedad, atrayendo hacia su interior, sino también lanzando material fuera, dando lugar a lo que hoy día denominamos la Nube de Oort. O sea, que no solo fue una gran aspiradora, sino también un gran lanzador”.

Así se convirtió en el planeta gigantesco que ahora es, con una inmensa área de influencia, que hace que tenga un sistema de anillos y que orbiten a su alrededor más de 70 lunas. Entre ellas están las cuatro de mayor tamaño y fama: Ganímedes, que es mayor que Mercurio; Ío, satélite de intensa vida volcánica; Calisto, con su superficie completamente perforada por cráteres, o Europa, un mundo helado con un océano subterráneo en el que algunos consideran posible encontrar vida.

La misión Juno no ha sido diseñada especialmente para la exploración de los satélites jovianos. Aun así, “probablemente pueda detectar alguna luna más y también aportará información sobre los satélites principales y sobre el sistema de anillos”, estima Ortiz. Habrá que esperar a que la sonda Juice, de la ESA, explore y recoja información de dos de esos interesantes mundos: Ganímedes y Europa. Pero eso no será hasta el año 2022.

A Juno le espera un trágico final. Tras orbitar al gigante gaseoso durante 20 meses recogiendo y enviando información a la Tierra, se precipitará en un viaje suicida hacia el interior del planeta hasta que sea aplastada por las enormes presiones de su atmósfera.

De cerca

“Para reforzar el sistema inmunitario, siempre recomiendo las vacunas”

Entrevista a Bruce Beutler, inmunólogo y nobel de Medicina

Por Patricia Luna/SINC

Le llaman “doctor Inmune” porque lleva toda su vida dedicado a estudiar nuestro sistema de defensa natural. Bruce Beutler (Chicago, 1957) relata su trayectoria hasta descubrir las claves de la inmunidad innata, por lo que recibió el Premio Nobel, mientras recuerda el camino aún por recorrer: “Todavía un cuarto de la población mundial muere por enfermedades infecciosas”.

Impecablemente vestido con traje y corbata y la sonrisa siempre dispuesta, Bruce Beutler, premio Nobel de Medicina y Fisiología en 2011, se mezcla entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile con una actitud que delata la ilusión intacta de ese niño que decidió ser científico para estudiar seres que entonces –y todavía hoy– le parecían fascinantes: los animales.

“Desde que tenía más o menos 7 años quería ser biólogo, incluso ahora me resulta difícil imaginarme estudiando una carrera diferente. Era consciente de que las formas de vida han cambiado continuamente en la Tierra a lo largo de millones de años. Conceptos como la variación genética, la selección natural y la herencia eran muy naturales para mí, incluso en la escuela elemental”, señala.

Su entorno no fue lo que calificaríamos como el de un niño “normal”. Descendiente de familia judía, su padre y sus abuelos maternos fueron reputados médicos que escaparon de la persecución nazi durante la Segunda Guerra Mundial y emigraron a Estados Unidos. La misma suerte corrieron sus abuelos maternos, inmigrantes ucranianos.

Con tan solo 14 años, Beutler hizo prácticas en el laboratorio de su padre, donde aprendió a separar y purificar proteínas y a analizar enzimas de glóbulos rojos. Dos de sus hermanos, además de él, seguirían la tradición familiar y se convertirían en médicos, mientras que un cuarto se dedicó a la ingeniería de *software* y los negocios.

“Mi interés en la biología se basaba en una profunda fascinación por la naturaleza. Me emocionaba la capacidad de los átomos y las moléculas de juntarse formando criaturas vivas, dotadas de conciencia, voluntad y movilidad que constituían mucho más que la suma de sus partes”, relata.

Tras los pasos de su padre

Decidido a cumplir una misión, Beutler avanzó y se saltó varios cursos de Educación Secundaria. Logró graduarse en la Universidad de California en San Diego con tan solo 18 años. Su carrera siguió a partir de entonces la estela de la innegable influencia de su padre, Ernest Beuler, un prestigioso médico genetista y jefe de departamento en el Instituto de Investigación Scripps, institución en la que Bruce conseguiría posteriormente un cargo directivo. A los 19 años entró en la destacada escuela de Medicina de la Universidad de Chicago. Era el miembro más joven de una clase de más de 100 estudiantes.

Pero antes se introdujo en la genética por la puerta grande al realizar prácticas en el laboratorio de Dan Lindsley, un distinguido genetista de la mosca *drosophila*. Trabajó con tres personas que serían decisivas en su vida: el genetista Susumu Ohno, la especialista en herpes Patricia Spea y el experto en la biología de los lipopolisacáridos (LPS) Abraham Braude. Los LPS son polímeros (o grandes moléculas) fundamentales en la integridad de algunas bacterias y que actúan como endotoxinas: provocan respuestas inmunitarias fuertes en los animales.

“A los 18 años pasé el verano en el laboratorio de Braude, donde escuché por primera vez en mi vida la palabra ‘endotoxina’. Entonces no tenía ni la más remota idea de que se convertiría en mi principal objeto de estudio y me conduciría, 20 años después, a ganar el premio Nobel. Todo ocurrió de una forma muy circular”, recuerda.

Los LPS eran conocidos desde hacía más de un siglo y ya se sabía que son muy tóxicos. “Los mamíferos los reconocemos en pequeñas cantidades y respondemos a ellos a través de fiebre, presión arterial, problemas de circulación y todo tipo de síntomas hasta llegar al choque séptico, que puede ser letal. Pero si nuestro cuerpo no generase reacciones ante las bacterias, tendríamos graves problemas para sobrevivir”, explica.

Sus trabajos profundos sobre el herpes simple y los LPS lo pusieron en camino hacia el olimpo científico. Recibió en 2011 el Premio Nobel de Medicina junto a Jules A. Hoffman por “sus descubrimientos relativos a la activación de la inmunidad innata”, y Ralph M. Steinman, fallecido tres días antes del anuncio, por sus hallazgos sobre la inmunidad adaptativa.

El sistema inmunitario de los mamíferos se divide en dos tipos: el innato y el adquirido o adaptativo. El sistema adaptativo se apoya en la existencia de una memoria inmunológica para que nuestro cuerpo responda a amenazas concretas. Por el contrario, el sistema inmunitario innato responde de manera inmediata e inespecífica a estructuras comunes que comparten una gran mayoría de patógenos.

Los descubrimientos de Beutler y Hoffman fueron claves para descifrar la importancia de los receptores en la inmunidad innata, que antes era considerada una parte poco sofisticada del sistema inmunitario. “Me daba cuenta de que hay muchos microbios cuyo funcionamiento no comprendemos

bien, pero, aun así, todos son detectados por el sistema inmunitario. ¿Cómo sucede eso?”, se preguntaba Beutler. “Se sabía que existía un receptor para los LPS, pero no sabíamos cuál era, así que me puse como misión encontrarlo”, relata.

Un nobel con *jet lag*

Su descubrimiento sobre el receptor del LPS (llamado TLR) ha abierto nuevas vías en el tratamiento de enfermedades inflamatorias e infecciosas, así como ciertos tipos de cáncer. Los TLR son una familia de proteínas del sistema inmunitario innato capaces de reconocer la invasión de patógenos y estimular respuestas inflamatorias contra ellos. El cuerpo humano tiene 11 de estos receptores, cada uno codificado por un gen diferente. Son “botones” del sistema inmunitario que reconocen distintos tipos de infección.

“Uno de estos receptores reconoce el LPS, otros tres identifican la doble cadena de ADN de algunos virus... Si tienes una infección, uno o varios de estos receptores informarán a tu sistema inmunitario, que reconoce casi todos los microbios que existen. No es el único sistema de detección de patógenos que poseemos, pero sí es el más genérico, y sin él nuestra salud se vería comprometida todos los días”, explica. “Hace 150 años la mayoría de las personas morían de una infección. Todavía hoy un cuarto de la población mundial muere de infecciones”, recuerda.

“Acababa de volver de recoger un premio en China y tenía *jet lag*, no podía dormir y vi entrar un *e-mail* con el título ‘Premio Nobel’. Pensé que quizá la Academia Sueca avisaba ese año a todos los miembros de las academias nacionales. Cuando leí que me habían dado el premio no lo podía creer”, explica.

“Así que entré en Google y busqué mi nombre, no apareció nada, pero de repente actualicé la página y empecé a ver decenas de menciones al Nobel. Casi simultáneamente el teléfono empezó a sonar y comencé a recibir mensajes de felicitaciones al ritmo de una por minuto. Aquel día el teléfono nunca dejó de sonar y ya no se ha calmado nunca”, apunta.

Es un firme defensor de las vacunas: “Cuando alguien me pregunta cómo reforzar el sistema inmunitario, siempre digo que a través de las vacunas. Aunque algunas presenten efectos secundarios, la mayoría no son graves y es mucho más probable salvar a tus hijos gracias a las vacunas que dañarlos”, señala. “Se estima que solo la varicela mató a más de 1.000 millones de personas antes de ser combatida por las vacunas. Son así de poderosas”.

Libros

¿Cómo habla Dios?

Francis S. Collins

Editorial Ariel

ISBN: 978-84-34-42392-3

320 páginas

En un tiempo en el que proliferan los libros contrarios al fenómeno religioso, en los que se esgrime la ciencia como prueba más fehaciente de la no existencia de Dios, una de las luminarias científicas más grandes del planeta, el genetista Francis S. Collins, líder durante más de una década del Proyecto Genoma Humano, se descuelga con un argumento precisamente contrario: el tránsito del ateísmo a la fe, guiado de la mano de la razón y el progreso científico. Collins reconcilia lo que para muchos son dos polos completamente opuestos: la rigurosidad de la ciencia con la creencia en un Dios trascendente o la fe como elección enteramente racional con principios complementarios a los de la ciencia. El científico estadounidense reivindica la coexistencia dentro de una misma persona de las dos perspectivas, la científica y la espiritual, cada una con su propio lenguaje y su propio dominio de exploración, y ambas fuente de profundas revelaciones.

Desafíos del futuro

Pere Puigdomenech Rosell

Editorial Crítica

ISBN: 978-84-16-77101-5

256 páginas

Algunos científicos consideran que estamos viviendo una nueva era geológica: el Antropoceno, marcada esencialmente por la actividad humana y sus alarmantes efectos globales sobre el planeta. En este libro, Pere Puigdomenech nos acompaña en un apasionante viaje, en el que repasa la evolución de determinados elementos, como la alimentación, la comunicación, la energía o la propia especie humana. A su vez, nos presenta los dilemas de esta trepidante evolución y las herramientas que los humanos hemos creado, que nos permitirán dar respuesta a un futuro incierto: la cultura y la educación, la ciencia y la tecnología.

Hiperespacio

Michio Kaku

Editorial Crítica

ISBN: 978-84-16-77119-6

528 páginas

Muchos físicos creen hoy que existen otras dimensiones más allá de las cuatro de nuestro espacio-tiempo, y que puede alcanzarse una visión unificada de las diversas fuerzas de la naturaleza. La teoría del hiperespacio –y su derivación más reciente, la teoría de supercuerdas– es el ojo de esta revolución. En este libro, Michio Kaku nos lleva a un deslumbrante viaje por nuevas dimensiones: agujeros de gusano que conectan universos paralelos, máquinas del tiempo, “universos bebé” y otras maravillas semejantes van surgiendo en las páginas de esta amena y sorprendente obra, que incluso deja atrás las mayores fantasías de los viejos autores de ciencia ficción.

Grandes nombres

Srinivasa Ramanujan, el matemático autodidacta de las fórmulas increíbles

Por Javier Cuenca

Decía que un ser superior, su diosa, le susurraba las fórmulas que resolvían problemas imposibles. Se llamaba Srinivasa Ramanujan, era indio, y a pesar de no haber recibido una educación formal en matemáticas puras, tenía la capacidad de crear fórmulas inverosímiles. Una película estrenada hace unos meses, *El hombre que conocía el infinito*, habla de él y de la estrecha relación que mantuvo con el matemático británico Godfrey Harold Hardy, quien lo llevó desde Madrás, en el sur de la India, al Trinity College de Cambridge, en el Reino Unido, para tratar de descifrar el secreto de aquel genio autodidacta.

Y es que en 1913 Ramanujan había escrito a Hardy una carta con un contenido insólito. Al principio el británico se mostró escéptico ante aquellas fórmulas imposibles, pero acabó dejándose seducir por el milagro. El encuentro entre el británico y el hindú sirvió para que el mundo conociera trabajos como las fórmulas que permitían calcular a gran velocidad los infinitos decimales del número pi. Y lo cierto es que, un siglo después, el legado de la sucinta vida de Ramanujan continúa influyendo en las matemáticas, la física o la computación.

Ambos matemáticos eran muy diferentes: Ramanujan estaba casado con una niña de 10 años y practicaba fervientemente una religión que no le permitía cruzar el mar; Hardy, en cambio, era un racionalista ateo, integrante de la élite intelectual eurocentrista de la época. De hecho, el británico le diría al hindú una frase que resumía con claridad lo lejos y a la vez lo cerca que se encontraban el uno del otro: “No creo en la sabiduría inmemorial de Oriente, pero creo en ti”. Hardy, obnubilado por el talento natural de su colega, pretendía que este reconstruyera el camino por el que alguien sin su asombrosa inspiración pudiera llegar a las mismas conclusiones.

Pero Ramanujan fue rechazado en Inglaterra, y solo el tesón de Hardy y el respaldo de algunos escasos miembros del claustro del Trinity College, como J. E. Littlewood, permitieron que se reconociera su trabajo en un mundo que todavía defendía el colonialismo argumentando la existencia de razas inferiores, como la del matemático hindú. La trayectoria de Ramanujan podría emplearse para apoyar la teoría de que el lenguaje matemático se halla inscrito en el cerebro de todos los seres humanos. Como Mozart con la música, el indio tenía la capacidad de hacer brotar de su interior fórmulas que sirven para explicar la naturaleza.

Temor respetuoso

Srinivasa Aiyangar Ramanujan nació el 22 de diciembre de 1887 en Erode, una localidad de la India perteneciente a la provincia de Madrás. Descendiente de

una familia de brahmanes, su padre trabajaba como empleado en una tienda de saris, y su madre, ama de casa, era aficionada a cantar en un templo local. Recibió educación escolar y, según lo que se cuenta, fue un prodigio matemático desde pequeño, pero no siguió la línea que se suele vincular a un profesional de las matemáticas. Él escribía los resultados en su cuaderno, con una notación propia y sin demostraciones.

En 1903, cuando tenía 16 años, un amigo le entregó un ejemplar de un libro de G. S. Carr que había sacado de una biblioteca. La obra era una colección de 5.000 teoremas, y se dice que fue clave para despertar el genio del futuro matemático. Un año más tarde había investigado los números de Bernoulli y calculado la constante de Euler-Mascheroni con 15 decimales de precisión. Sus compañeros de aquella época aseguraban que rara vez conseguían entenderle y que sentían por él un temor respetuoso.

Cuando se graduó en la escuela secundaria en 1904, Ramanujan fue galardonado con el premio de matemáticas K. Ranganatha Rao por el director del centro. Este definió a su alumno como un estudiante sobresaliente, que merecía una puntuación más alta que la máxima nota posible. Recibió una beca para estudiar en el Government Arts College de Kumbakonam, pero estaba tan concentrado en el estudio de las matemáticas que no era capaz de dedicarse a otros asuntos, hasta el extremo de que perdió la ayuda económica en el proceso de tramitación. El 14 de julio de 1909 se casó con una niña de 10 años de edad.

El 16 de enero de 1913, Ramanujan envió la famosa carta a Hardy, nueve páginas manuscritas que el matemático británico temió que podían ser un fraude al provenir de un desconocido. Reconoció algunas de las fórmulas del hindú, pero otras le parecieron casi imposibles de creer. En cualquier caso, los teoremas en fracciones continuas de la última página de la misiva le dejaron anonadado. Y es que, según aseguró, nunca había visto antes nada parecido en absoluto. Hardy pensó que aquellos teoremas debían ser auténticos, porque, si no lo eran, nadie tendría la imaginación necesaria para inventárselos.

El británico pidió a su colega J. E. Littlewood que leyera la carta de Ramanujan, y este se quedó sorprendido por su genio matemático. Ambos llegaron a la conclusión de que el hindú era un matemático de la más alta calidad, un hombre de una originalidad y una capacidad totalmente excepcionales. Y otro colega suyo agregó posteriormente que ni uno solo de los teoremas de Ramanujan podría haberse incluido en el examen de matemáticas más avanzado del mundo.

Hardy pidió por carta al hindú que viajara a Cambridge, pero este se negó a hacerlo, de acuerdo con su educación brahmán y ante la oposición de sus padres. Tras la insistencia del británico, finalmente aceptó la propuesta después de que sus padres abandonaran sus reticencias.

Al parecer, la madre de Ramanujan había tenido un sueño muy vívido en el que la diosa de la familia, Namagiri Thayar, le había ordenado que no prolongase

más tiempo la separación entre su hijo y el cumplimiento del propósito de su vida. De modo que Ramanujan se embarcó hacia Inglaterra, dejando a su esposa con sus padres en la India. Pasó casi cinco años en Cambridge colaborando con Hardy y Littlewood, y el 13 de octubre de 1918 se convirtió en el primer indio elegido miembro del Trinity College.

Un número muy interesante

La salud de Ramanujan, delicada durante toda su vida, empeoró en Inglaterra, tal vez debido al estrés y a la escasez de su dieta vegetariana durante la Primera Guerra Mundial. Le diagnosticaron tuberculosis y una deficiencia vitamínica grave, siendo internado en un sanatorio.

Quizá la anécdota más conocida asociada al matemático hindú sea la del taxi. Durante una de sus frecuentes hospitalizaciones recibió la visita de su amigo Hardy, y cuentan que el británico le dijo algo así como “he venido en un taxi con el número 1729, un número nada interesante”. A lo que Ramanujan contestó: “¡No! ¡Es un número muy interesante! Es el número entero positivo más pequeño que puede expresarse como la suma de dos cubos de dos formas distintas”.

Y era cierto. El número 1729, conocido como el número de Hardy-Ramanujan, cumple la propiedad comentada por el hindú. Una propiedad que inspiró la definición de los números Taxicab. Ramanujan trabajó principalmente en teoría de números, encontrando identidades relacionadas con el número pi y el número e o los números primos. En general, sus fórmulas son muy enrevesadas, pero en su mayoría verdaderas (*a posteriori* se ha descubierto que algunos de sus resultados eran incorrectos), y algunas de ellas se han convertido en potentes herramientas para calcular grandes cantidades de decimales de, principalmente, el número pi.

Tras regresar a su país de origen en 1919, falleció en 1920 a la edad de 32 años. Su viuda se trasladó a Bombay, pero volvió a Chennai (antes Madrás) en 1950, donde vivió hasta su muerte, acaecida a los 95 años. Un análisis de la historia clínica de Ramanujan y sus síntomas elaborado en 1994 concluyó que era mucho más probable que padeciera amebiasis hepática, una infección parasitaria del hígado generalizada en Madrás, donde el matemático había pasado gran parte de su vida.

Tuvo dos episodios de disentería antes de trasladarse a Inglaterra, y cuando no se trata adecuadamente, esa enfermedad puede permanecer latente durante años y dar lugar a la amebiasis hepática, una patología difícil de diagnosticar, pero fácilmente curable una vez identificada.

Inventos y descubrimientos

Cien años cruzando el Niágara con el teleférico de un genio español

Por Enrique Sacristán/SINC

El 8 de agosto de 1916 se inauguraba cerca de las cataratas del Niágara, en Canadá, el Spanish Aero Car, inventado por el ingeniero cántabro Leonardo Torres Quevedo. Desde entonces ha transportado a más de 10 millones de turistas sobre un tumultuoso remolino del río sin un solo accidente. Teleféricos de todo el mundo siguen usando en la actualidad esta centenaria tecnología.

“No deje de montar en el Whirlpool Spanish Aero Car. La auténtica belleza del remolino y los rápidos del río Niágara ahora se abren para los amantes de la naturaleza gracias al Spanish Aero Car, que cruza una distancia de 539,5 metros, se aproxima a 46 metros del agua y ofrece unas vistas magníficas del entorno”.

Este era el texto del folleto que hace 100 años animaba a los turistas de las famosas cataratas del Niágara a visitar una nueva atracción: un transbordador aéreo español que, según el anuncio, ya había probado su seguridad “durante nueve años en San Sebastián (España) con mucho éxito y sin ningún accidente”.

Su creador era Leonardo Torres Quevedo, un ingeniero cántabro que había patentado el invento desde su tierra, el valle de Iguña, en 1887, pero que tuvo que esperar 30 años para verlo hecho realidad en el monte Ulía de San Sebastián, donde en 1907 se inauguró el primer teleférico del mundo para personas.

Aquel tranvía aéreo solo funcionó unos 20 años, ya que el interés lúdico de la sociedad donostiarra se trasladó hasta el vecino monte Igueldo y su parque de atracciones, pero su huella marcó la forma de construir todos los teleféricos hasta la actualidad. El del Niágara, situado en la orilla canadiense del río norteamericano, celebra ahora el centenario de su inauguración el 8 de agosto de 1916.

Al concurrido evento acudió el propio Torres Quevedo, representantes de la empresa española que construyó el teleférico (Niagara Spanish Aero Car Company, con accionistas bilbaínos), así como diversas autoridades de España y Canadá, por entonces todavía dependiente de Reino Unido.

Así describió un periodista local el acontecimiento: “Poco después de las tres de la tarde, la señora J. Enoch Thomson, esposa del cónsul español en Toronto, inauguró el aerotransbordador rompiendo una botella de champán sobre la puerta de uno de sus puntos de llegada. El teleférico hizo su primer viaje público. Fue agradable verlo con las banderas de Gran Bretaña, Estados Unidos, Francia y España”.

Problemas diplomáticos lo llevaron hasta el remolino

“La idea inicial de Torres Quevedo era construir el teleférico justo enfrente de las cataratas, desde la orilla de Canadá hasta la de Estados Unidos, pero los problemas diplomáticos y de frontera lo hacen inviable y decidió construirlo unos cuatro kilómetros más abajo, donde el río Niágara hace un remolino (*whirlpool*) y se puede trazar un recorrido entre dos puntos (llamados Colt y Thomson) de la orilla canadiense”, explica Francisco A. González Redondo, profesor de la Universidad Complutense de Madrid y promotor del Año Torres Quevedo 2016.

El experto comenta que el sistema que patentó Torres Quevedo es muy sencillo: “Hay un cable con un extremo fijo, y en el otro, que se hace pasar por una polea, se coloca un contrapeso. De esta forma, la tensión del cable es constante y, por mucho que varíe la posición de la barquilla, es muy difícil que se rompa. Además, concibió seis cables paralelos, de modo que si se rompiera uno de ellos –algo que nunca ha sucedido–, el sistema se autoequilibraría”.

“Desde que empezó a operar en 1916 ha llevado sin ningún incidente a más de 10 millones de turistas de forma segura sobre el río Niágara, ofreciendo unas vistas incomparables desde los rápidos del remolino y de la garganta del río”, destaca Holly Goertzen, responsable de comunicación de la Comisión de los Parques del Niágara, la agencia del Gobierno de Ontario que gestiona este teleférico desde 1968.

El actualmente llamado Whirlpool Aero Car puede transportar 35 pasajeros (incluido un operario) en cada viaje. Durante la temporada alta, en verano, entre 1.200 y 1.500 turistas lo utilizan diariamente. En 2015, un total de 124.395 personas disfrutaron de la experiencia de sobrevolar el Niágara durante 8,5 minutos a una altura media de 76,2 metros (83 metros en cada extremo y 46 metros en el centro) por unos 15 dólares.

“Su funcionamiento ininterrumpido es un testimonio vivo de la brillantez y la previsión que tuvo su diseñador original, Torres Quevedo”, destaca Goertzen, que también recuerda la bella factura de la barquilla original –fabricada en España–, que no se ha modificado, salvo la incorporación de un techo para la lluvia.

En la década de los 80 del siglo pasado, el sistema del teleférico fue renovado completamente para actualizarlo de acuerdo con las normativas actuales, pero respetando la idea original de su inventor. Se cambiaron las ruedas, los circuitos eléctricos y el sistema de suspensión del cable. Impulsado por un motor de 50 caballos, el transbordador viaja aproximadamente a siete kilómetros por hora. También dispone de un generador diésel de emergencia por si se produce algún corte de electricidad.

“El gran mérito del transbordador del Niágara es que sigue funcionando tras 100 años sin ningún accidente y respondiendo a su diseño original, lo que demuestra su validez”, insiste Manuel Romana, director del Museo Torres

Quevedo de la Universidad Politécnica de Madrid, donde se conserva una maqueta del teleférico.

También inventó el mando a distancia

Romana subraya la necesidad de que la sociedad conozca y valore las aportaciones del ingeniero cántabro, como otros dos de sus inventos más importantes: el telekino (primer mando a distancia eficaz de la historia) y el ajedrecista (primer juego por ordenador de la humanidad).

El polifacético inventor también concibió un sistema de dirigibles autorregidos, con el que operaron con gran éxito las fuerzas armadas de Francia y Reino Unido durante la Primera Guerra Mundial. Aunque España fue neutral, precisamente en ese ambiente bélico se construyó el transbordador del Niágara, con piezas fabricadas y llevadas desde nuestro país a Canadá.

“No solo fue un proyecto exitoso desde el punto de vista de la ingeniería, sino que contó con un elemento que no hay que olvidar: tanto la financiación como la ejecución del proyecto corrió a cargo de empresas y profesionales españoles. Constituye un ejemplo destacado de un gran proyecto internacional gestionado desde nuestras tierras”, apunta el bloguero tecnológico Alejandro Polanco desde el Parque Científico de la Universidad de Valladolid, en el que trabaja.

“Torres Quevedo se puede considerar uno de los últimos genios universales que han existido”, añade Polanco. “En un mundo como el actual, en el que la especialización es prácticamente algo obligado, la figura del ingeniero cántabro asombra. Sus incursiones en campos tan diversos como la ingeniería civil, el control de máquinas a través de ondas de radio o su pionero trabajo en cibernética, deberían ser reconocidos por su originalidad a nivel mundial”.

González Redondo coincide: “Es el más prodigioso inventor de su tiempo, por lo que la sociedad española debería reconocerlo y estar orgullosa de él”. Para ello trabaja desde la asociación de Amigos de la Cultura Científica y la web <www.torresquevedo.org>, donde también se promueve que el Spanish Aero Car sea considerado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.

Mientras tanto, el transbordador español no deja de llevar turistas sobre el turbulento remolino del Niágara. Este 8 de agosto, los responsables de los Niagara Parks volvieron a celebrar un acto parecido al de su inauguración, reuniendo a dignatarios locales y una delegación de la Embajada Española en Canadá para rendir homenaje a Leonardo Torres Quevedo y su invento centenario.

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@servimedia.es
- En tinta o en braille, a la siguiente dirección postal:

Revista UNIVERSO
Servimedia
C/ Almansa, 66
28039 Madrid