

UNIVERSO

N.º 108

20 de junio de 2019 – 20 de julio de 2019

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - Cincuenta años de la llegada del hombre a la Luna: repaso a un hito histórico
- **En desarrollo**
 - El Valle de los Caídos, un lugar de referencia para estudiar la gravedad
- **De cerca**
 - “Espero que en los próximos años se pueda curar la ceguera con luz”. Entrevista a Dirk Trauner, arquitecto de moléculas
- **Libros**
- **Inventos y descubrimientos**
 - El ascensor: del teatro griego a los rascacielos de Nueva York
- **Más allá**
 - La Llorona: algo más que la excusa para una película de sustos

PRESENTACIÓN

El 20 de julio se cumplen 50 años de la llegada del hombre a la Luna. A fin de celebrar tan importante efeméride, te ofrecemos un amplio reportaje sobre lo que supuso dicho acontecimiento, para lo cual hemos hablado con dos expertos en el asunto.

El Laboratorio de Gravimetría y Mareas Terrestres se encuentra ubicado en el valle de Cuelgamuros, a 45 kilómetros del centro de Madrid, y allí se estudian desde hace décadas la gravedad y sus efectos sobre la corteza terrestre. La agencia SINC analiza la historia de este centro junto al investigador Emilio Vélez.

Una entrevista al arquitecto de moléculas Dirk Trauner, la historia del ascensor y los entresijos que rodean a la figura de La Llorona, inspiradora de una reciente película de terror, son otros contenidos que te proponemos en este nuevo número de *Universo*.

ACTUALIDAD CIENTÍFICA

Breves

Hallada una antigua ballena con cuatro patas capaz de caminar y nadar

Un equipo de investigadores ha encontrado una antigua ballena de cuatro patas con sus respectivas pezuñas que caminó por las costas de Perú hace 42,6 millones de años.

Según un estudio publicado en la revista *Current Biology*, la presencia de pequeños cascós en la punta de los dedos de las extremidades de la ballena hallada, así como su morfología de cadera y patas, sugieren que este animal podía caminar por la tierra. Además, era una buena nadadora, ya que las características anatómicas de la cola y los pies, incluidos los apéndices largos y probablemente palmeados, similares a los de una nutria, así lo indican.

“Este es el primer registro indiscutible de un esqueleto de ballena cuadrúpedo para todo el océano Pacífico, probablemente el más antiguo de América y el más completo fuera de la India y Pakistán”, afirma Olivier Lambert, del Real Instituto Belga de Ciencias Naturales y uno de los autores del estudio.

Según informa el diario *ABC*, la ballena, que fue descubierta en unas excavaciones realizadas en 2011 en el desierto costero del sur de Perú, concretamente en la llamada playa Media Luna, fue bautizada como *Peregocetus pacificus*, que en latín significa “la ballena viajera que llegó al Pacífico”.

Diseñan un implante que traduce las señales cerebrales en palabras

Un equipo de investigadores de la Universidad de California San Francisco (UCSF) ha diseñado un dispositivo capaz de reproducir el habla a partir de las señales cerebrales provocadas por los movimientos de la mandíbula, la laringe, los labios y la lengua.

Según informa el diario *El Mundo*, para convertir la voluntad de hablar en acción, los investigadores trabajaron con cinco pacientes a los que se les habían colocado electrodos intracraneales como parte de una intervención para acabar con sus ataques de epilepsia.

El equipo de la universidad norteamericana concibió un sistema en dos fases. En primer lugar, una etapa de aprendizaje, en la que los pacientes pronunciaban una serie de frases en voz alta para registrar e identificar las señales neuronales asociadas a cada sonido. Posteriormente, una red neuronal artificial y un sintetizador permitieron recorrer el camino inverso: los participantes transmitieron sus impulsos a la máquina y esta les puso voz gracias a un sintetizador.

“Los patrones de la actividad cerebral que ocurren en los centros que controlan el habla son los encargados de controlar los movimientos del tracto vocal”,

explica Edward Chang, profesor de neurocirugía y coautor de la investigación, cuyos resultados se publican en la revista *Nature*. “Por eso, queríamos crear una tecnología que pudiera reproducir las palabras directamente a partir de esos mismos patrones”.

El proceso implica un cierto lapso de tiempo entre el impulso y la reproducción de la frase en voz alta, pero, a cambio, ofrece la capacidad de expresarse con una cadencia similar al habla normal. El experimento se completó, además, con una etapa de verificación, en la que un centenar de oyentes fueron capaces de identificar y transcribir más de un 70 por ciento del discurso articulado por la máquina a través de impulsos previos.

Descubren un pequeño dinosaurio con alas de murciélago

Un grupo de investigadores ha descubierto en la provincia china de Liaoning los restos fósiles de un nuevo y pequeño dinosaurio alado de hace 163 millones de años con unas amplias alas membranosas de murciélago. El espécimen, dado a conocer en la revista *Nature*, sugiere que los dinosaurios emparentados con las aves experimentaron en sus orígenes con formas muy diferentes de vuelo.

Según informa el diario *ABC*, la criatura, bautizada como *Ambopteryx longibrachium*, forma parte de la enigmática familia de los escansoriopterígid planeadores. Este grupo, dentro de los dinosaurios carnívoros (terópodos), estaba integrado por animales generalmente diminutos (alrededor de 200 gramos) y cubiertos de plumas que, generalmente con extremidades superiores muy largas, trepaban a los árboles.

“Se trata de un dinosaurio arbóreo. Encontramos un elemento óseo en su vientre que probablemente sea contenido estomacal no digerido. Además, hay piedras de molleja. Combinando estas evidencias y la morfología dental, interpretamos que era omnívoro”, explica a *ABC* Min Wang, autor principal del estudio. “Pensamos que podía planear, pero es improbable que aleteara”.

Los investigadores señalan que los cambios en la estructura de las alas evolucionaron cerca de la división entre los escansoriopterígid y los linajes de las aves, ya que ambos experimentaron diferentes caminos para llegar al vuelo. A su juicio, estas alas membranosas y las extremidades anteriores alargadas presentes en estas criaturas probablemente supusieron una breve experimentación que ocurrió antes del predominio posterior de las alas emplumadas.

Una sonda de la NASA registra por primera vez un terremoto en Marte

El sismómetro instalado en el suelo de Marte por el vehículo de aterrizaje InSight de la NASA ha detectado el primer temblor sísmico en el planeta rojo, según informa la agencia espacial francesa, CNES, que fabricó el instrumento, denominado SEIS, con el que se ha captado el terremoto.

El pasado 6 de abril, en el sol o día marciano 128 de la misión, se detectó una señal sísmica suave pero clara, similar a los terremotos captados en la superficie

de la Luna por las misiones Apollo. El detectado por SEIS es el primer terremoto que parece venir del interior de Marte, a diferencia de temblores producidos por el viento, aunque los científicos aún no están seguros de su causa.

Según informa el diario *El Mundo*, el evento sísmico es demasiado pequeño para proporcionar datos útiles sobre el interior marciano, uno de los principales objetivos de InSight. Esta clase de seísmo ni siquiera se habría registrado en la Tierra, pero la superficie marciana está casi muerta, lo que permite que los sensores altamente sensibles del sismómetro detecten este débil ruido, indica un comunicado del CNES.

“Las primeras lecturas de InSight continúan con la ciencia que comenzó con las misiones Apollo”, dice el investigador principal de InSight, Bruce Banerdt, del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en Pasadena, California. “Hemos estado recogiendo el ruido de fondo hasta ahora, pero este primer evento da inicio a un nuevo campo: la sismología marciana”.

Hallan cocaína y drogas alucinógenas en una bolsa de hace mil años enterrada en los Andes

Un equipo internacional de arqueólogos ha descubierto, enterrada en una cueva de los Andes bolivianos, una bolsa de cuero de mil años de antigüedad con restos en su interior de diferentes drogas, como la ayahuasca —un potente brebaje alucinógeno—, e incluso cocaína, lo que demuestra que los indígenas del Amazonas también recurrían en ocasiones a este tipo de sustancias.

Según informa el diario *ABC*, el hallazgo de un paquete ritual de cuero, con una bolsa hecha con tres hocicos de zorro cosidos juntos y varios artefactos para consumir las drogas, fue realizado por los arqueólogos Juan Albarracín-Jordán —de la Universidad Mayor de San Andrés, en Bolivia— y José Capriles —de la Universidad Estatal de Pensilvania— en la Cueva del Chileno, a 13.000 pies de altura en la región del altiplano de Lipez, en el suroeste de Bolivia. El paquete se remonta a la civilización preincaica Tiwanaku, que dominó el sur andino desde aproximadamente el año 550 hasta el 950 de nuestra era.

“Esta es la primera evidencia de que los antiguos sudamericanos combinaban diferentes plantas medicinales para producir una sustancia poderosa como la ayahuasca”, señala Melanie Miller, del Centro de Investigación Arqueológica de la Universidad de California en Berkeley, autora principal del estudio, publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS).

Según la investigadora, quien se encargó de averiguar qué era en realidad el material vegetal del interior de la bolsa, el descubrimiento se añade a una creciente suma de evidencias del uso de plantas psicotrópicas rituales que se remonta a milenios. “Nuestros hallazgos respaldan la idea de que las personas han estado usando estas poderosas plantas durante al menos mil años, combinándolas para emprender un viaje psicodélico, y que el uso de ayahuasca puede tener sus raíces en la antigüedad”, señala.

Muere el comunicador científico Eduard Punset

El comunicador científico Eduard Punset ha fallecido a los 82 años en Barcelona “tras una larga enfermedad”, según informó su familia en Twitter. Aunque en 2007 se le detectó un cáncer de pulmón del que logró recuperarse, ha sido finalmente la enfermedad de Alzheimer el mal que ha acabado con su vida.

Apodado el Carl Sagan español, Eduard Punset estudió Derecho en Madrid y Economía en Londres. Fue comunicador científico, redactor de la BBC, director económico para la edición de América Latina del semanario *The Economist* y economista del Fondo Monetario Internacional (FMI) en Estados Unidos y Haití.

Como político, primero militó en el Partido Comunista de España (PCE), para posteriormente afiliarse a la Unión de Centro Democrático (UCD). Fue consejero de Economía con Josep Tarradellas y ministro de Relaciones para las Comunidades Europeas. Más tarde abandonó UCD y, durante un año, fue diputado con Convergència i Unió (CiU).

No obstante, Punset regresó a las filas de Adolfo Suárez y, de la mano del Centro Democrático y Social (CDS), fue elegido eurodiputado, permaneciendo en la cámara europea siete años —los últimos tres como independiente— hasta 1994. En 1995 empezó a presentar el programa de La 2 de TVE *Redes*, al frente del cual estaría 18 años.

Punset es autor de obras como *El viaje de la felicidad* o *El alma está en el cerebro*, y hace unos años creó el gabinete Apoyo Psicológico (APOL). Su trayectoria fue reconocida con varios premios, como el de la Asociación Española de Científicos (2011) o el Jaume I de la Generalitat Valenciana, la Cruz de San Jordi de la Generalitat catalana, también en 2011, y el Premio Ciudad de Alcalá de las Ciencias y las Letras, en 2012.

Un sensor identifica movimientos voluntarios de personas con discapacidad motora severa

Investigadores de la Universidad de Sevilla han diseñado un sistema que transforma actividades corporales leves emitidas por personas con algún tipo de diversidad funcional en mensajes cifrados. La novedad de esta invención, basada en algoritmos inteligentes, es su capacidad de adaptación a los diferentes movimientos sin que altere su funcionamiento. Además, este mecanismo se puede colocar sobre la ropa en diferentes partes del cuerpo, como la cabeza, la mano, la pierna o el brazo.

Según informa la agencia SINC, científicos del grupo de investigación Tecnologías para la Asistencia, la Integración y la Salud de la Universidad de Sevilla han patentado un sistema que detecta movimientos voluntarios leves en personas con parálisis cerebral, sobre todo en niños, facilitando así su comunicación. La novedad de este aparato es su flexibilidad y adaptación al tipo de impulso que recibe, ya que los sensores se adaptan a la fuerza de los movimientos del usuario y evitan activarse con acciones involuntarias.

Otra de las mejoras que aporta este dispositivo es que los sensores, que ahora se acoplan a la ropa, podrían estar integrados en las prendas y evitar así posibles daños ante movimientos incontrolados que provocan los interruptores actuales. Además, este dispositivo amplía el rango de análisis a movimientos más sutiles e interpreta la acción dentro de unos umbrales más amplios que los abarcados por los convencionales, donde habitualmente los movimientos de carácter leve no se contemplan.

“Este invento permite detectar movimientos leves generados en diferentes zonas del cuerpo, resultando útil para personas con disfunción motora severa”, explica el investigador de la Universidad de Sevilla, y uno de los responsables de esta patente, Alberto Jesús Molina.

Un nuevo laboratorio de robótica investigará terapias de enfermedades neurológicas

La presidenta del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Rosa Menéndez, ha presentado un laboratorio que aspira a convertirse en centro de referencia europeo en nuevas terapias que utilizan la robótica para asistir a personas afectadas por enfermedades neurológicas. Las instalaciones tienen su sede en el Centro de Automática y Robótica, en la localidad madrileña de Arganda del Rey (Madrid).

“Estoy encantada de presentaros esta nueva plataforma, que centraliza todas las áreas implicadas en la investigación y tratamiento de estas enfermedades. No solo los hospitales cuentan con este espacio para llevar a cabo sus terapias, sino que, además, los científicos podremos usar estas instalaciones para seguir investigando, así como los pacientes”, dijo Menéndez durante su visita al nuevo laboratorio.

La plataforma para la investigación y la terapia asistida por robots de las enfermedades neurológicas Marsi Care, impulsada por el CSIC y su empresa de base tecnológica Marsi Bionics, servirá como centro de operaciones a científicos, pediatras, psicólogos, fisioterapeutas e ingenieros informáticos, aprovechando el conocimiento que este equipo de investigadores del Centro de Automática y Robótica tiene en exoesqueletos de marcha, una tecnología patentada internacionalmente.

El laboratorio cuenta con un sistema de cámaras de captura de movimiento por infrarrojos, una serie de plataformas con sensores de fuerza y electromiográficos de detección de la actividad muscular que permiten analizar y evaluar el progreso de una terapia rehabilitadora de la marcha en los pacientes. La información recogida por esta tecnología ayuda a optimizar el programa de terapia de forma personalizada.

EN PROFUNDIDAD

Cincuenta años de la llegada del hombre a la Luna: repaso a un hito histórico

Por Ignacio Romo

El 20 de julio de 1969 Neil Armstrong pisó la Luna. Era la primera vez que un ser humano salía de nuestro planeta para llegar a posarse sobre otro mundo. Este hito histórico, y también simbólico, se explica como una carrera, como una competición entre los dos países más potentes del momento: Estados Unidos y la Unión Soviética. El mundo estaba dividido en dos facciones enfrentadas, y llevar un hombre a la Luna proclamaría un vencedor.

El mundo conoce la historia: el 20 de julio de 1969 Neil Armstrong y Buzz Aldrin aterrizaron en la Luna. Los dos astronautas, ambos estadounidenses, fueron los primeros seres humanos que salían del planeta que nos vio nacer para dejar sus huellas en otro lugar, la Luna, el único satélite de la Tierra. En el momento clave, en el instante preciso de poner el pie en aquel inhóspito lugar, Armstrong pronunció la ya mítica frase: “Este es un pequeño paso para un hombre, pero un gran salto para la humanidad”.

Remontándonos al inicio de todo

El relato, mitificado por muchos y puesto en duda por otros en los últimos tiempos, es mucho más rico e interesante si uno empieza explicándose por el principio. “La carrera espacial comienza el 4 de octubre de 1957 con el lanzamiento del primer Sputnik por parte de la Unión Soviética”, cuenta Rafael Clemente, fundador y primer director del Museo de Ciencia de Barcelona (actual CosmoCaixa) y autor del libro *Un pequeño paso para [un] hombre*, editado por Libros Cúpula el año pasado.

Los primeros años de la competición tecnológica y científica por el dominio del espacio tuvieron un claro vencedor: los rusos. “Por aquel entonces (1957), la NASA aún no existía, y el lanzamiento del Sputnik 1 cogió a todo el mundo por sorpresa”, explica Clemente.

Dos años después, en abril de 1961, los soviéticos sorprenden de nuevo: Yuri Gagarin se convierte en el primer ser humano en viajar al espacio exterior. ¿A qué se debía la ventaja soviética? “En una palabra: cohete”, contesta Clemente. “Tenían un cohete mucho más potente, lo que les facilitaba el lanzamiento de cápsulas mucho más pesadas al espacio”.

La responsabilidad del éxito ruso recae, sin duda, en un nombre: Sergei Korolev, el ingeniero de cohetes soviético. “Korolev no solamente proyectó el cohete, sino que también diseñó los satélites rusos: el Sputnik 1, Sputnik 2 (que lleva al espacio a la perra Laika) y el Sputnik 3 (un satélite impresionante de una tonelada y media de peso), además de la cápsula Vostok”. Por desgracia,

Korolev fallece en 1966 y el plan espacial soviético perderá con él al hombre clave del proyecto.

La promesa de Kennedy

Es 20 de mayo de 1961, apenas un mes más tarde de la puesta en órbita de Gagarin, Kennedy convoca una sesión conjunta del Senado y la Cámara de Representantes para hacer un anuncio inesperado. El presidente estadounidense dice lo siguiente: “Creo que esta nación debe comprometerse a alcanzar el objetivo, antes del final de este decenio, de llevar un hombre a la Luna y retornarlo a salvo a la Tierra”.

Esta declaración fue la confirmación de que Estados Unidos había entrado de lleno en la carrera espacial. “Fundamentalmente, la decisión de Kennedy se debió a un tema de prestigio nacional. Huyó hacia delante y le salió bien. Poniendo mucho dinero encima de la mesa, eso sí”, explica Clemente.

Es interesante pararse a comprobar la enorme financiación que recibió la NASA durante aquellos años. En el proyecto Apollo trabajaron unas 400.000 personas a lo largo y ancho de todo el mundo, y el gobierno norteamericano destinó alrededor del tres por ciento del presupuesto federal a su Agencia Espacial. Una cantidad de dinero exagerada, sobre todo si se tiene en cuenta que, a día de hoy, lo invertido en la NASA ronda el 0,2 por ciento.

Para Alberto Martos, ingeniero técnico de telecomunicaciones que trabajó para la NASA en la Estación Espacial de Fresnedillas (Madrid) durante 15 años, “el proyecto Apollo fue todo un orgullo nacional, un proyecto del pueblo, de la gente, y eso provocó que las grandes cantidades de dinero invertidas no fueran nunca un problema. En contraposición al plan estadounidense, el programa soviético se llevó a cabo en el más riguroso secreto, primero, para ocultar los fallos y, segundo, para tratar de sorprender a sus rivales”, añade. Tal vez fuera esta la clave de su fracaso.

Comienza la apuesta estadounidense

El proyecto Apollo, que tenía como fin posar un hombre en la Luna y traerlo de vuelta a la Tierra, era ambicioso, caro y muy complejo. Por ello, para desarrollarlo, antes fue necesario atravesar con éxito una serie de fases previas. En concreto dos: los proyectos Mercury y Gemini, en los cuales se trabajó en cosas como el acoplamiento de dos naves en vuelo o el tiempo que podía estar un ser humano en el espacio.

Finalmente, en febrero de 1967 está todo preparado para que despegue la primera misión Apollo, la cápsula Apollo 1. El plan previsto estaba, hasta el momento, cumpliéndose, y los objetivos propuestos por Kennedy parecían alcanzables. Sin embargo, todo se torció el 23 de febrero de 1967, cuando, en una simulación de lanzamiento, la cápsula se incendió de forma inesperada y los tres astronautas que se encontraban en su interior –Virgil Grissom, Ed White y Roger Chaffe– quedaron calcinados en cuestión de segundos.

“Fue una tragedia, es cierto, pero el incendio del Apollo 1 les permitió reconocer un puñado de problemas y fallos de diseño en la nave”, explica Clemente. Tras el incendio del Apollo 1, el diseño de la cápsula se modificó sustancialmente: se eliminaron todos los materiales combustibles, se instaló un nuevo modelo de escotilla más sencilla de abrir, se reforzó el escudo térmico y las conducciones eléctricas recibieron aislamiento adicional.

Del Apollo 1 al Apollo 11

El drama del Apollo 1 se produjo en febrero de 1967. En julio de 1969, apenas dos años más tarde, Neil Armstrong y Buzz Aldrin ponían pie en la Luna. ¿Cómo fue esto posible? Una de las maneras más sencillas de explicarlo consiste en ilustrar la figura de Werner von Braun, el homólogo norteamericano de Korolev. Von Braun, polaco de nacimiento, trabajó en el diseño de los cohetes balísticos nazis durante la Segunda Guerra Mundial. Con la derrota alemana fue “fichado” por el ejército norteamericano. “De alguna manera, fue él quien diseñó el cohete que lanzó al primer americano al espacio (un Redstone), y fueron él y su equipo quienes diseñaron los cohetes Saturno y, en concreto, el Saturno V, que sería el cohete que llevaría al hombre hasta la Luna”, cuenta Clemente.

Durante las misiones Apollo 7, 8, 9 y 10 se trabajó para comprobar que todas las fases de vuelo funcionaban a la perfección. Seguramente, los momentos más delicados eran la separación y el acople posterior entre el módulo de mando y el módulo lunar, la pequeña y delicada nave que debía posarse sobre la superficie de la Luna con dos astronautas en su interior. Los dos procesos, separación y acople de ambos módulos, debían realizarse en órbita lunar, lo que complicaba aún más la tarea.

El 16 de julio de 1969 despegó el cohete Saturno V de la misión Apollo 11. Con tres astronautas a bordo –Neil Armstrong (comandante), Michael Collins (piloto del módulo de mando) y Buzz Aldrin (piloto del módulo lunar)–, el trayecto hasta la Luna fue rutinario, sin sobresaltos. Tres días después del despegue los astronautas entraron en órbita lunar, lo que indicaba que ya estaban listos para la separación.

Armstrong y Aldrin ocuparon el módulo lunar y Collins quedó como único integrante del módulo de mando, que permanecería orbitando la Luna mientras esperaba el regreso del Eagle (como se llamaba al módulo lunar) para su posterior acople. Como es obvio, la fase más complicada y arriesgada fue el aterrizaje del Eagle en la Luna, pues era la única acción que no se había realizado hasta el momento. “Los últimos dos minutos y medio los realizó Armstrong de forma manual, que tuvo que corregir la dirección en el último momento porque el autopiloto les llevaba a aterrizar en una zona de rocas”, narra Clemente.

El módulo lunar se posó, finalmente, en Tranquility Base, una inmensa llanura sin apenas relieve. A pesar de que estaba planeado para cuatro horas después, Armstrong se adelanta al plan previsto y decide salir al exterior. Fue en ese instante, al posarse sobre la superficie lunar, y ante la atenta mirada de millones de personas que seguían los hechos por televisión, cuando Armstrong pronuncia

la conocida sentencia: “Este es un pequeño paso para un hombre, pero un gran salto para la humanidad”. Resulta paradójico que la frase probablemente más conocida de la historia fuera concebida, según declaró el mismo Armstrong, escaso tiempo antes, una vez ya aterrizado en la Luna.

¿Por qué no se ha regresado a la Luna?

A decir verdad, sí que hemos regresado. Entre 1969 y 1972 se realizaron seis misiones Apollo más, hasta el Apollo 17. De todas ellas, solo la misión Apollo 13 sufrió un error, impidiendo a los astronautas llegar a posarse en la Luna. En diciembre de 1972, el Apollo 17 llevó a los últimos tres seres humanos hasta nuestro satélite.

Es curioso que fuera en esta última misión cuando viajó por primera vez un investigador (un geólogo), lo que prueba el escaso interés científico del proyecto. “El proyecto Apollo no fue ni un proyecto científico ni un proyecto militar, fue un proyecto de prestigio. Simple y llanamente. Puede ser, incluso, que los vuelos posteriores al Apollo 11 se realizaran para que todo aquello no pareciera un asunto de mera propaganda”, declara Clemente.

En todo caso, las preguntas surgen casi sin pretenderlo: ¿Volveremos a la Luna? ¿Tiene interés científico regresar? ¿Es necesario que vayan seres humanos hasta allí? “Los chinos están siguiendo el mismo plan que los americanos, pero quemando etapas, pues tienen la ventaja de que mucha tecnología que ahora se utiliza ya fue desarrollada hace 50 años. Por ahora se sabe que están construyendo un cohete de medidas similares al Saturn V, y ya me dirás para qué lo quieren si no es para volar a la Luna”, contesta Rafael Clemente.

Alberto Martos va más allá y explica que, en su opinión, “el interés de los chinos es puramente económico. En la Luna existe la posibilidad de extraer materiales que en la Tierra ya no son tan comunes, como por ejemplo el titanio. Pero además de eso, en la Luna hay un isótopo que se produce en el Sol y que se obtiene a través del helio. Este isótopo, conocido como helio-3, se halla depositado sobre la superficie de las rocas lunares y es interesante porque es una energía nuclear limpia, no radiactiva”.

El helio-3, muy buscado para ser usado en investigación de fusión nuclear, es raro en la Tierra pero abundante en el universo, pues se produce en el Sol y se expande a través del viento solar. A la Tierra acaba llegando en escasas cantidades debido a que la atmósfera lo rechaza, pero la Luna, al carecer de esta, alberga cuantiosas cantidades de helio-3 en su superficie rocosa y polvorosa.

“Los países que son deficitarios en energía, como Japón, China, la India e incluso Israel, están interesados en conseguir este helio-3”, cuenta Martos. “Estados Unidos, por el contrario, jamás ha declarado tener interés por este isótopo. Allí, mientras haya petróleo, no creo que haya interés en conseguirlo. Por otro lado, es una pena que desde Europa no estemos ahondando más en este asunto tan interesante”, zanja.

EN DESARROLLO

El Valle de los Caídos, un lugar de referencia para estudiar la gravedad

Por Elena Turrión/SINC

En el valle de Cuelgamuros, a 45 kilómetros del centro de Madrid, se encuentran las instalaciones del Laboratorio de Gravimetría y Mareas Terrestres. Allí se estudian, desde la década de 1970, la gravedad y sus efectos sobre la corteza de la Tierra. De la mano del investigador Emilio Vélez, conocemos los orígenes y la historia de este centro de investigación.

A veces la ciencia se hace en lugares insólitos. Laboratorios situados en la espesura de la selva, bases de investigación en la superficie helada de la Antártida o centros ocultos en enclaves históricos. Este último es el caso del Laboratorio de Gravimetría y Mareas Terrestres, dependiente del Instituto de Geociencias (IGEO, un centro mixto del CSIC y la Universidad Complutense de Madrid).

En unas instalaciones ubicadas en el Valle de los Caídos, un equipo de científicos estudia, desde hace décadas, la gravedad terrestre y sus efectos. Para llegar a ellas hay que viajar hasta el corazón del valle de Cuelgamuros, en la parte de la sierra de Guadarrama situada al norte de Madrid.

“Este laboratorio está compuesto por dos instalaciones separadas. La primera, dedicada al estudio de mareas terrestres, está dentro de la propia Basílica de la Santa Cruz. La segunda, que contiene los instrumentos para el estudio de gravedad absoluta, se encuentra en un chalet que se construyó hace muchos años en el poblado del Valle”, declara a SINC Emilio Vélez, responsable de la Unidad Técnica de Geodesia y Geofísica del IGEO.

“La localización es algo circunstancial, y el laboratorio no tiene ninguna vinculación con lo que le rodea”, aclara el director del IGEO, Valentín García Baonza. “De hecho, Patrimonio Nacional cedió el emplazamiento para su uso científico antes de que falleciera Franco. Sencillamente, se necesitaba un lugar para iniciar las investigaciones sobre mareas terrestres y el valle de Cuelgamuros presentaba gran estabilidad desde el punto de vista geológico y geofísico, una condición indispensable”, añade Baonza.

Los investigadores cuentan que, a principios de la década de los 70, el científico Ricardo Vieira, del Instituto de Astronomía y Geodesia, inició sus estudios sobre mareas terrestres –las deformaciones que se producen en la corteza de la Tierra a consecuencia de la acción gravitacional de la Luna y el Sol–. Como este fenómeno no había sido estudiado antes en España, era necesario encontrar un lugar adecuado para situar todos los instrumentos de investigación.

Si bien se tuvieron en cuenta otras zonas, como la mina de uranio Los Ratones (Cáceres), en el año 1971 se cedieron dos espacios situados en los sótanos de la Basílica para establecer la estación permanente. Tras un costoso trabajo de adecuación de las salas para la instalación de la instrumentación –que implicó la construcción de los pilares de observación, realización de la instalación eléctrica y aislamiento de las salas–, las observaciones se iniciaron a mediados de esa década.

“Los trabajos que se han hecho desde entonces han permitido saber más sobre las acciones de las mareas terrestres. El conocimiento de los valores de este fenómeno nos permite tener en cuenta su efecto en determinadas observaciones gravimétricas”, afirma Vélez.

Una línea de calibración que atraviesa Madrid

Para ampliar las líneas de estudio sobre la gravedad, en 1975 se estableció en el Valle de los Caídos el último punto de una línea de calibración de gravímetros relativos de alta precisión que empieza en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid. El objetivo de esta línea, compuesta por 14 estaciones repartidas por Madrid, era poder determinar las constantes instrumentales de los gravímetros –aparatos para medir la gravedad– y garantizar la precisión de las observaciones realizadas con estos equipos.

“El laboratorio es un lugar de referencia en el estudio de la gravedad. Durante todos los años de funcionamiento han acudido científicos de todas partes del país para calibrar sus equipos en la línea. También han acudido desde fuera de España”, sostiene Vélez.

Este tipo de mediciones y su precisión son fundamentales para controlar, por ejemplo, parámetros relativos al funcionamiento de satélites, balística, construcciones de grandes presas y plantas nucleares. Solo unos años más tarde, a finales de los 80, surgió la posibilidad de realizar la primera determinación en España de gravedad absoluta con un gravímetro de caída libre. Y, de nuevo, el Valle de los Caídos cumplía con las condiciones perfectas para hacer las mediciones.

“El valor promedio de la aceleración de la gravedad terrestre es $9,8 \text{ m/s}^2$, pero esta medida sufre pequeñas variaciones en función del lugar donde se realicen las observaciones. Hay zonas donde esas variaciones son mínimas, y una de ellas es esta”, cuenta Vélez.

El equipo, debido a su volumen, no se pudo instalar en la cripta de la Basílica. Por eso, se buscaron otras alternativas. En Cuelgamuros hay una pequeña colonia de viviendas a la que llaman “poblado”, en la que vive el personal de mantenimiento del mausoleo. En 1988 se cedió una de esas casas, conocida como el “chalet del ingeniero”, para instalar la Estación Fundamental de Gravedad Absoluta.

“Llama la atención porque se trata de un chalet como otro cualquiera. En la planta baja tiene un salón, dos habitaciones y un cuarto de baño. Por eso, se tuvo que

adecuar una de las salas para montar todo el equipo. Se levantó todo el suelo y se sacó todo el material de relleno hasta llegar a una roca suficientemente enraizada como para poder anclar el pilar de observación”, describe Vélez.

“El aparato que se instaló allí se compone de un sistema de caída libre. En él, se deja caer un prisma dentro de una cámara de vacío y, con un láser, se mide la distancia al objeto que está cayendo, al mismo tiempo que se controla con un reloj atómico el tiempo. Con esos datos puedes obtener el valor de la aceleración de la gravedad terrestre”, sostiene.

Mejora de las instalaciones para hacer frente al futuro

El paso del tiempo ha hecho mella en las instalaciones y, en la actualidad, solo siguen en activo la Estación Absoluta y la línea de calibración de gravímetros. “A partir del año 2005, las condiciones ambientales de uno de los sótanos de la basílica comenzaron a deteriorarse al aparecer humedad consecuencia del agua que se filtra por las paredes del monumento, lo que hizo inviable continuar las observaciones de mareas terrestres”, señala Vélez.

El futuro de las instalaciones del Valle que aún se utilizan se enfrenta a un problema fundamental. Los equipos actuales superan en calidad y precisión a los que se utilizan allí desde los años 70, por lo que se necesita una mejora total del laboratorio para continuar con las líneas de investigación. El morbo que rodea al centro tampoco ayuda. Según los investigadores, desde que se construyó, se han publicado diversos artículos y reportajes sobre su cercanía con la tumba franquista. Pero la ciencia siempre ha quedado en un segundo plano, a la sombra del mausoleo.

“Nosotros solo acudimos al laboratorio una vez al mes para labores de mantenimiento. Antes íbamos más a menudo, pero nos dimos cuenta de que nuestra presencia perturbaba las mediciones. Por eso, solo queremos que esto no se convierta en un sitio de visita o en un reclamo para turistas. Pase lo que pase con el Valle, la ciencia tiene que seguir su curso”, concluye Vélez.

DE CERCA

“Espero que en los próximos años se pueda curar la ceguera con luz”

Entrevista a Dirk Trauner, arquitecto de moléculas

Por Núria Jar/SINC

Los medicamentos del futuro serán más inteligentes gracias a la luz. Los científicos podrán introducir un fármaco en el cuerpo, mantenerlo inactivo en su interior y activarlo con fotones en el momento y el sitio adecuados durante el tiempo oportuno. Dirk Trauner es un experto mundial en esta tecnología, la fotofarmacología, que parece de ciencia ficción.

La luz será la principal cómplice para liberar de forma controlada un fármaco en el lugar concreto para tratar un tumor, un patógeno o cualquier zona afectada por un dolor crónico. Este reto centró el segundo simposio en fotofarmacología sobre terapias innovadoras basadas en luz en la Universidad de Vic, coorganizado por el Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC) y el Instituto de Química Avanzada de Cataluña (IQAC-CSIC).

Uno de los invitados estrella fue el bioquímico Dirk Trauner (1967, Austria), investigador en la Universidad de Nueva York (EE. UU.), que ha conseguido restaurar la vista en animales ciegos con fármacos que responden a la luz. En su página web, Trauner muestra el árbol genealógico de su familia científica. “Siempre está bien saber de dónde vienes. Los conceptos y las ideas no caen del cielo. Es importante saber quién ha influido en tu pensamiento”.

¿Qué es la fotofarmacología?

Es la ciencia que se ocupa de controlar la actividad de los fármacos con luz. Cuando te tomas un fármaco, él mismo se distribuye por el organismo y no puedes determinar dónde y cuándo actúa. Queremos encender y apagar ese medicamento utilizando la luz para controlar de manera muy precisa moléculas y sistemas biológicos.

¿Por qué su investigación se centra en la neurociencia?

La neurociencia nos permite probar fármacos en sistemas en los que cualquier cambio ínfimo se amplifica mucho. Son los llamados sistemas complejos no lineales, en los que una señal de entrada muy pequeña puede dar un resultado enorme. A mí me interesa controlar con luz las redes neuronales que están implicadas con la visión y el dolor, aunque en teoría podríamos hacerlo con cualquier tipo de red neuronal.

Uno de sus logros recientes es la restauración de la vista en ratones ciegos con fotoconmutadores sintéticos.

En ciertos tipos de ceguera no funcionan las moléculas fotorreceptoras encargadas de percibir la luz. En enfermedades como la degeneración macular y la retinosis pigmentaria hay una degeneración de los conos y los bastones, las células que contienen estos fotorreceptores. Nosotros intentamos convertir otras células nerviosas de la retina en neuronas sensibles a la luz. Nos fijamos en cómo funcionan las células fotorreceptoras sanas para intentar activar la sensibilidad a la luz en proteínas de otras células. Y hemos tenido éxito.

De la misma forma que algunos parapléjicos han conseguido volver a andar con implantes en la médula, ¿las personas ciegas podrán recuperar visión algún día?

Por ahora somos capaces de recuperar la respuesta visual en animales ciegos. Está claro que no podemos preguntarles qué ven ni pedirles una descripción, pero somos capaces de recuperar comportamientos guiados visualmente. Curar la ceguera en animales ya no me interesa, espero que en los próximos años se pueda probar en humanos, pero está fuera de mi alcance. Soy un investigador de ciencia básica, no un clínico. Es complicado saber si se logrará en dos o cinco años, no quiero crear falsas expectativas. De momento, hemos superado los estudios de toxicología y, si tenemos suerte, lo veremos en los próximos años.

Lamenta no haber sido arquitecto, pero se dedica a algo parecido. En lugar de edificios, construye moléculas sintéticas.

[Ríe]. Es lo mismo, solo que a una escala diez mil millones de veces más pequeña. El abordaje y las estrategias son similares, y tenemos que trabajar dentro de los límites de la naturaleza. En este marco podemos inspirarnos y soñar en cosas con las que la naturaleza no nos ha provisto. Construir una molécula es un proceso similar al de construir la Sagrada Familia. Afortunadamente, no es tan largo, aunque algunas nos llevan mucho tiempo. Mi trabajo se parece al de un arquitecto: hacemos bloques de construcción, los juntamos y les proporcionamos una función.

Ha escrito que la construcción de la gran pirámide de Guiza requirió “planificación, organización y vanidad”. ¿En ciencia también hay vanidad?

Algo hay. El científico quiere crear algo que perdure y no desaparezca con uno mismo, así como ser reconocido por su trabajo. Hay investigadores más modestos y otros que necesitan aprobación a diario... y no voy a decir nombres. [Ríe]. A veces la vanidad puede ser fuente de motivación para afrontar retos, cuando piensas que eres el único capaz de lograrlos. En ciencia siempre ha habido competitividad y eso es bueno, a no ser que se convierta en algo agobiante. Si como científico no estás preparado para ser un poco competitivo, no vas a llegar a ninguna parte.

Hablemos de la vanidad de los que investigan en biología y química sintética. A los que están en primera fila a veces les acusan de jugar a ser Dios.

Siempre intento evitar ese tipo de connotaciones religiosas. Un científico conocido dijo una vez: 'Se supone que soy Dios, pero yo no me quedo dormido en el séptimo día'. [Ríe]. Es una broma que hacemos entre nosotros. Los humanos somos sistemas inteligentes capaces de formular hipótesis y de imaginar cosas que luego materializamos, es uno de los rasgos que más nos define como especie. No puedes acusar a Gaudí de jugar a ser Dios por ser capaz de diseñar un edificio precioso mucho más funcional que la caverna donde vivíamos. Lo que hacemos es lo que la naturaleza ha hecho siempre: mezclar y combinar módulos ya existentes y ver qué pasa.

¿Qué opina de los problemas éticos de estas disciplinas?

Por supuesto que hay que ser cuidadoso, especialmente en biología sintética, en la que los organismos se pueden reproducir y descontrolarse. Pero no podemos frenar el progreso si no queremos vivir como trogloditas. Creo que los sistemas inteligentes hemos evolucionado para manipular el entorno, es un resultado inevitable de la evolución. Los robots y la inteligencia artificial son el siguiente paso lógico. Los sistemas inteligentes crean máquinas que trabajan para ellos y esperan que no sean ni más listos ni más independientes que ellos mismos.

Libros

Apolo 11

Eduardo García Llama

ISBN: 978-84-91-99128-1

400 páginas

Crítica

En julio de 2019 se cumplen 50 años de la misión del Apolo 11, cuyo objetivo fue lograr que un ser humano caminara sobre la superficie de la Luna. En esta obra, Eduardo García Llama –ingeniero que trabaja en la NASA, en Houston- nos cuenta esta odisea que va desde el lanzamiento de la nave hasta su vuelta a la Tierra. Y lo hace en forma de novela en la que hablan sus protagonistas (siguiendo las transcripciones oficiales del vuelo) y en la que diversos pasajes dan pie a la narración de episodios históricos relevantes en conexión con la misión y con la biografía de los astronautas, de anécdotas y experiencias durante el vuelo, y de los detalles más destacables que caracterizaron esta misión, desde el punto de vista tanto técnico como humano.

Eso lo explica todo

John Brockman

ISBN: 978-84-23-41715-5

350 páginas

Deusto

Estas páginas recorren los asuntos más fascinantes de la humanidad, del electrón al universo: los pájaros como descendientes directos de los dinosaurios, el eslabón perdido, los gérmenes que provocan enfermedades, la entropía, por qué brilla el Sol, por qué emigran algunas tortugas marinas, si la belleza es verdad, los límites de nuestra racionalidad, qué son las metáforas o el origen del dinero, entre muchos temas. Bienvenido al paseo más asombroso por las fronteras del conocimiento.

El instinto de la conciencia

Michael S. Gazzaniga

ISBN: 978-84-49-33600-3

352 páginas

Paidós

La idea del cerebro como máquina, propuesta por primera vez hace siglos, ha llevado a suposiciones sobre la relación entre este y la mente 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.

Inventos y descubrimientos

El ascensor: del teatro griego a los rascacielos de Nueva York

Por César Mestre

Aunque parece que su invento no puede remontarse a una época demasiado pretérita, la verdad es muy diferente. Un elevador es un mecanismo mediante el cual se transportan cargas o personas de uno a otro nivel, por lo que la necesidad de esta clase de dispositivo ha sido habitual en cualquier época. No obstante, y a pesar de que los relatos sobre artilugios elevadores para mover cargas se remontan a siglos atrás, los ascensores mecánicos para pasajeros, tal y como hoy los conocemos, son un invento del siglo XIX.

Uno de los primeros lugares donde fue necesaria la existencia de un ascensor fue el teatro griego, cuya complicada tramoya hizo precisa su utilización. Dicho sistema fue denominado “zeós apó mejanés”, o mecanismo para subir y bajar a un actor a escena o desde la escena. En los siglos posteriores se empleó para tales fines la fuerza humana, animal o mecánica. En el año 26 a. C., el arquitecto romano Vitruvio describía una serie de artilugios que se utilizaban ya dos siglos antes en el Imperio romano, circunstancia que pone de manifiesto que elevar una carga de forma mecánica era frecuente en el siglo III a. C.

Pero lo que resulta evidente es que sin el invento de la polea en la Antigüedad no hubiera sido posible el ascensor. Se sabe que el palacio imperial construido por Nerón tras el incendio de Roma, la *Domus aurea* o Casa dorada, contaba con un ascensor de madera de sándalo que se deslizaba por rodillos sobre cuatro carriles, impulsado por una polea y un cable del que tiraban los esclavos.

Del mismo modo, sin ciertas aplicaciones de la energía hidráulica utilizadas en la Edad Media quizá no hubiera sido posible pensar en el ascensor actual. El primer intento de ascensor moderno parece ser obra del matemático Erhardt Weigel, inventor de la silla de ascenso, que en 1687 se movía con rapidez y sin esfuerzo entre dos pisos, y que consistía en un sillón sobre el que se sentaba una persona, montado en un nicho practicado en la pared sobre guías de varios pies de longitud, y que se accionaba mediante un contrapeso que el usuario del artilugio ponía en funcionamiento tirando de una palanca. Este sistema tuvo un escaso desarrollo, porque no lograba el ascenso a grandes alturas y porque quien lo utilizaba solía entrar en pánico apenas sus pies dejaban de tocar el suelo.

Alcanzar el cielo

Parece que el primer ascensor fue construido en Versalles, a mediados del siglo XVIII, para el uso privado del rey Luis XV. El monarca, que habitaba los aposentos del primer piso, o planta noble, lo empleaba para visitar a sus amantes de las plantas superiores a fin de no ser visto en las escaleras o en los salones.

Entre las queridas del rey, la primera en utilizar el ascensor fue *madame* de Châteauroux, en 1743. El sistema consistía en una serie de contrapesos de fácil manejo, y el monarca francés estaba más que satisfecho con el artilugio. Se cuenta que en una ocasión dijo, en relación con su ascensor y los lugares a donde le llevaba: “No está mal para alcanzar el cielo”. Pero el ascensor de Luis XV no era mecánico.

El primer ascensor mecánico de la historia se construyó en 1829, en Londres, y tenía capacidad para 10 personas, aunque era más una atracción de feria que un dispositivo propiamente dicho. Se instaló en Regent’s Park, y un pregonero ofrecía la posibilidad de contemplar desde lo alto el panorama de la ciudad. Como puede apreciarse, más que un ascensor convencional, se trataba de un reclamo turístico. Por aquel entonces se hablaba también de los aparatos que el francés Velayre construía en París, si bien estos eran muy lentos. Funcionaban con un sistema de contrapesos y no eran mejores que el utilizado por Luis XV para sus escauceos amorosos.

Seguridad absoluta

El primer uso público del ascensor se produjo en Nueva York, el 23 de marzo de 1857, y su responsable fue Elisha Graves Otis. Fue instalado en un edificio de cinco plantas, en Broadway, en la tienda de objetos de porcelana Haughwout & Co. Era el primer ascensor del mundo destinado a subir y bajar personas, y se accionaba mediante una máquina de vapor que podía elevar a una velocidad de diez o doce metros por minuto a seis personas a la vez.

Por tanto, se puede decir que el auténtico inventor del ascensor fue Elisha Graves Otis, quien había sido mecánico en una fábrica neoyorquina de camas, donde el trabajo de subir y bajar cargas pesadas se hacía empleando polipastos, es decir, unas máquinas formadas por dos conjuntos de poleas, uno con movilidad y otro fijo, con el peligro de que las cuerdas se rompieran. La idea de mejorar este sistema había rondado la cabeza del mecánico, hasta que decidió ponerse manos a la obra y fundó la empresa Otis Steam Elevator.

Su ascensor tenía la particularidad de contar con un dispositivo de seguridad que frenaba la cabina en la que iba el usuario si se producía una caída fortuita. Este ascensor tuvo un gran éxito, a lo que contribuyó el hecho de que su creador estuviera muy bien dotado para el espectáculo. Bajo el lema “Señores, seguridad absoluta”, realizaba demostraciones de su sistema automático. La gente se introducía en la cabina y, cuando iba por el tercer piso, Otis la dejaba caer para comprobar la eficacia de su dispositivo. Entre gritos de histeria y ataques de nervios se podía escuchar la amable carcajada del inventor: “Señores, seguridad absoluta”.

Cuando presentaba su ascensor en el Crystal Palace de la Exposición Universal de Nueva York en 1853, ante la acogida valiente y a la vez temerosa de quienes se atrevían a viajar en el novedoso artilugio, Otis parecía más un hombre del espectáculo que del mundo de la técnica, ya que la presentación en sociedad del ascensor tuvo un componente bastante teatral y de ella se hicieron eco numerosos periódicos.

500 metros por minuto

En aquella ocasión, Otis ordenó que cortaran el cable y se dejó caer en el ascensor desde una altura considerable, ante el asombro y la incredulidad de la multitud, que pensaba que era un loco y un suicida. Todos los congregados esperaban que se produjera una catástrofe y acudieron al acontecimiento con morbosa expectación. Pero el dispositivo de seguridad funcionó perfectamente y Otis llegó al suelo sin problemas, agitando su gran sombrero de copa y saludando al público con aspavientos, entre encendidos aplausos de admiración.

Aquel hecho supuso el triunfo definitivo del invento. Sin el sistema ideado por Otis no hubiera sido posible construir edificios de más de cinco pisos, máximo permitido en la época, por lo que puede decirse que gracias a él se levantó en 1907 el rascacielos Singer de Nueva York, de más de 40 pisos, y en 1932 se emprendió la instalación de ascensores rápidos en el representativo edificio neoyorquino del Empire State. Pero a pesar de su éxito y de lo práctico de su invento, Elisha Graves Otis murió en la pobreza, inmerso en el olvido, en un lugar triste y mísero de Manhattan.

Tras los logros de Otis, otras mejoras potenciaron la utilización del ascensor. En 1889, el francés Leon Edoux instaló en la Torre Eiffel un ascensor capaz de subir hasta el último de sus 160 metros. El mismo Edoux había instalado dos años antes ascensores de pistones hidráulicos de 21 metros de altura en la Exposición de París, y en 1889 la firma alemana Siemens construyó el primer ascensor eléctrico capaz de viajar a dos metros por segundo.

En 1878 se había inventado el ascensor de agua, accionado por un ariete hidráulico, lo que consiguió aumentar la velocidad a casi 250 metros por minuto, y en 1889 la Otis Company construyó su primer ascensor eléctrico, cuyo engranaje sería reemplazado en 1903 por el contrapeso deslizante, mecanismo todavía en uso capaz de proporcionar la velocidad requerida en los grandes rascacielos: 500 metros por minuto.

MÁS ALLÁ

La Llorona: algo más que la excusa para una película de sustos

Por César Mestre

Una esbelta figura de mujer, cubierta por un velo blanco e invocando a sus hijos con gritos desgarradores. Esta es la común descripción que se hace de la Llorona, un ser mitológico cuya leyenda nació en México y se extendió por todos los lugares de Norteamérica habitados por hispanos. Recientemente ha llegado a los cines españoles una película inspirada en su leyenda, pero más allá de lo que se narra en el filme, la historia de esta figura esconde algunos secretos que merecen ser contados.

La presencia de seres fantasmales que lloran en los ríos por motivos diversos es una característica recurrente de la mitología aborígen de los pueblos prehispánicos. Por tanto, se pueden hallar rasgos de estos seres en algunas de las culturas precolombinas, que, con el tiempo, con la llegada de los conquistadores españoles, fueron asumiendo rasgos comunes debido a la expansión del dominio hispánico sobre el continente.

Varios investigadores mexicanos consideran que la Llorona, como personaje de la mitología y de las leyendas de su país, tiene su origen en algunos seres o deidades prehispánicas, pero siempre se la vincula al inframundo, la muerte, el hambre y el pecado. En el caso de Xtabay (o Xtabal), esta diosa de los mayas lacandones es identificada como un espíritu malo con la forma de una hermosa mujer cuya espalda es un árbol hueco. Al inducir a los hombres a abrazarla, los hace enloquecer y los mata.

Por otro lado, la diosa zapoteca Xonaxi Queculla es una deidad de la muerte, del inframundo y de la lujuria que aparece en algunas representaciones con los brazos descarnados. Atractiva a primera vista, se aparece a los hombres, los enamora y los seduce, para, posteriormente, transformarse en esqueleto y llevarse el espíritu de sus víctimas al inframundo. Auicanime era considerada entre los purépechas como la diosa del hambre (su nombre se puede traducir como *la sedienta* o *la necesitada*). También era la diosa de aquellas mujeres que morían al dar a luz en su primer parto, las cuales, según la creencia, se volvían guerreras, lo que las convertía en divinidades y, por tanto, en objetos de adoración y ofrenda.

Una mujer vestida de blanco

Desde el corazón de México hasta Florida o Texas, la historia de la Llorona cuenta con matices que la adaptan a cada contexto, como suele ocurrir con las leyendas urbanas. Se supone que, en determinadas zonas, la mujer y su halo blanco se aparecen en lugares donde hay agua, como ríos, lagos y manglares. Pero, en otras áreas, se deja ver en los cruces de caminos solitarios que cortan el desierto. La leyenda se ha ido adaptando igualmente dependiendo de la

época: como hemos visto, existen relatos prehistóricos que la conectan a dioses aztecas y otros que, posteriormente, la han vinculado con uno de los augurios que vaticinan la conquista de México.

Según la revista especializada *Arqueología Mexicana*, en la *Historia general de las cosas de Nueva España*, el códice escrito por el franciscano Bernardino de Sahagún entre los años 1540 y 1585, este hablaba de la leyenda en estos términos: “Muchas veces se oía: una mujer lloraba; iba gritando por la noche; andaba dando grandes gritos: —¡Hijitos míos, pues ya tenemos que irnos lejos! Y a veces decía: —Hijitos míos, ¿a dónde os llevaré?”. En dicho texto, Sahagún describe a esta mujer con su ya célebre atuendo blanco y deambulando entre lágrimas. Él la llama Cihuacóatl (mujer serpiente) o Tonantzin (nuestra madre), y apostilla: “Decían que de noche voceaba y bramaba en el aire”.

Tras la independencia de México, la leyenda de la Llorona siguió extendiéndose de forma oral y se transformó en un cuento con el que las abuelas asustaban a sus nietos. Convertida en canción durante la Revolución mexicana, la Llorona entronca con la leyenda de la mujer fantasma. En la versión de la pieza musical, la Llorona es Cihuacóatl, la protectora de los partos y madre de Mixcóatl, a quien abandonó.

La tradición relata que esta mujer, al regresar en busca de su hijo, solo encontró un cuchillo empleado para realizar sacrificios. De ahí que otra de las historias que recoge el franciscano Sahagún es la de la mujer que dejaba abandonada una cuna en las plazas de abastos, y en la que, al ser encontrada por otras mujeres, solo había uno de esos cuchillos de pedernal para practicar sacrificios.

Indígena o criada

Una versión diferente del origen de este mito cuenta que existió una mujer indígena que mantenía una relación amorosa con un caballero español, de la cual nacieron tres hijos. Pero el romance se mantenía oculto por expreso deseo del hombre, que era de clase alta y no deseaba que se le relacionara formalmente con una indígena. Dado que la mujer insistía denodadamente en que su amante la reconociera como su esposa y admitiera la paternidad de sus hijos, este acabó abandonándola para casarse con una dama española de clase alta.

Al enterarse, la otra mujer se sumió en la desesperación y, tomando a sus tres hijos, terminó con sus vidas ahogándolos en el río (una versión distinta indica que los hijos eran dos y que los mató a puñaladas). Posteriormente, al no poder soportar la culpa por el acto que acababa de cometer, la indígena puso fin a su propia existencia. Se dice que desde aquel día puede escucharse su lamento en los alrededores del río donde asesinó a sus hijos.

Un segundo relato sitúa el origen de la Llorona en una chica que, tras emigrar de su pueblo a la capital, entró a servir en la casa de una familia bien, donde se enamoró de su hijo, que posteriormente la dejaría embarazada. Pero el chico no solo se negó a asumir la paternidad de la criatura, sino que despidió a su amante, quien se vio obligada a regresar con los suyos. Aunque pretendió ocultar el

embarazo, su familia, profundamente cristiana, acabó enterándose y recriminó a la muchacha su conducta, hasta que ella, desesperada, huyó de casa, dio a luz a su hijo y lo arrojó a un río cercano, poniendo posteriormente fin a su vida del mismo modo.

Mujeres-gallina y espectros rurales

Pero la creación e influencia del mito de la Llorona entre los pueblos hispanoamericanos tiene también elementos de otras fuentes mitológicas propias de las culturas aborígenes precolombinas diferentes de las civilizaciones mesoamericanas. En Centroamérica, entre los bribri, pueblo indígena que ocupa la región de Talamanca, en la frontera entre Costa Rica y Panamá, existen historias de ancestrales espíritus llamados "itsö", especie de genios con aspecto de mujer y cuerpo de gallina que habitaban en las grutas y en los cauces de los ríos y que lanzaban gritos lastimeros cuando un niño estaba a punto de morir, o bien que hacían que los pequeños se perdieran en los bosques cuando se alejaban de sus padres.

En la lengua bribri, la palabra "itsö" significa tanto *llorona* como *tulevieja*, que es un híbrido entre mujer y ave de rapiña. De ahí que existan similitudes entre las leyendas que se cuentan en Costa Rica y Panamá sobre estos dos fantasmas (esencialmente una mujer que mata a su hijo, fruto de un embarazo no deseado, y que por ello es condenada a vagar como un espíritu errante).

Al tratarse de una zona de transición entre Mesoamérica y Sudamérica, en las versiones de la leyenda de la Llorona en esta parte de Centroamérica empiezan a observarse algunos rasgos característicos que la distinguen del relato mexicano. En Mesoamérica, la Llorona es, en primer lugar, una deidad primigenia vinculada al parto y a la vida sexual que, debido a la influencia española, adquiere la forma de un espectro castigador, asociado en gran medida a la ciudad.

Aunque en la cosmogonía indígena transmitida por tradición oral entre los bribri, se trata más bien de un ser vinculado a los montes oscuros y enmarañados, los abismos de las montañas, las lluvias, los vientos fuertes y las cataratas de los ríos, es decir, a las fuerzas de la naturaleza y la vida rural, por lo que el fantasma solo puede ser visto (muchas veces únicamente oído su lamento) cerca de masas de agua, como ríos o lagos, generalmente en lugares poco habitados. En esta versión, el espectro se limita a espantar con su llanto a los viandantes en vez de asesinarlos, si bien en algunas variantes del relato también rapta a los niños.

Finalmente, en Sudamérica existen algunas leyendas precolombinas que fueron relacionadas con la de la Llorona mexicana una vez establecido el dominio español sobre el continente, pero que no tienen un origen común con esta a pesar de que haya aspectos muy similares. Entre estas leyendas, destaca la historia de la Pucullén, perteneciente al folclore chileno. Mientras que la Llorona mexicana es castigada por haber matado a sus hijos, los de la Pucullén han sido raptados y asesinados por terceros, lo que la convierte en víctima inocente y la

hace llorar eternamente. Más que un fantasma castigador, la Pucullén es una guía para los que van a morir, a quienes ampara en su paso al más allá.

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