

UNIVERSO

N.º 101

20 de noviembre de 2018 – 20 de diciembre de 2018

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - El nuevo reto agrícola: invernaderos para el frío del interior peninsular
- **En desarrollo**
 - Las herramientas de luz, la inmunoterapia contra el cáncer y los científicos que copiaron la evolución para curar, premios Nobel de ciencia 2018
- **De cerca**
 - “El grafeno es tan raro que todavía estamos pensando qué hacer con él”. Entrevista a Pablo Jarillo, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)
- **Libros**
- **Grandes nombres**
 - Carl Friedrich Gauss, el príncipe de los matemáticos
- **Más allá**
 - La chica de la curva y otros fantasmas *on the road*

Presentación

Agricultores y científicos han puesto en marcha una iniciativa piloto en Salamanca y Huesca para crear un invernadero que prolongue los periodos de cosecha en provincias frías con un gran número de horas de radiación solar. Te explicamos las claves de este proyecto en un amplio reportaje elaborado por la agencia SINC.

Los Premios Nobel de Ciencia de este año, en sus categorías de Física, Medicina y Química, han recaído, respectivamente, en los creadores de las “herramientas hechas de luz”, los padres de la inmunoterapia contra el cáncer y los científicos que copiaron la evolución para curar enfermedades. De todo ello te damos cumplida información en el segundo reportaje de la revista.

Otros contenidos que te ofrecemos en el número 101 de Universo son una entrevista con Pablo Jarillo, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT); la biografía de Carl Friedrich Gauss, y un apasionante recorrido por las carreteras más siniestras del mundo.

Actualidad científica

Breves

Utilizan éxtasis para hacer más sociables a los pulpos

Un equipo de investigadores estadounidenses ha suministrado MDMA a pulpos para después demostrar que, a partir de esta sustancia, los comportamientos de estos animales son más sociables de lo normal.

Al estudiar el genoma de una especie de pulpo no conocido por su simpatía hacia sus pares y probar su reacción anímica a la droga MDMA o éxtasis, los científicos dicen haber dado con un posible vínculo evolutivo entre comportamientos sociales de la criatura marina y los humanos, especies separadas por 500 millones de años en el árbol evolutivo.

Los investigadores que han realizado este estudio explican que si se validan los hallazgos de estos experimentos, detallados en un artículo publicado en la revista *Current Biology*, pueden abrir oportunidades para estudiar con precisión el impacto de las terapias con medicamentos psiquiátricos en muchos animales que se relacionan lejanamente con las personas.

“Los cerebros de los pulpos son más similares a los de los caracoles que a los humanos, pero nuestros estudios se suman a la evidencia de que pueden exhibir algunos de los mismos comportamientos que nosotros”, afirma el investigador principal de este trabajo, Gül Dölen, profesor asistente de Neurociencia en la Facultad de Medicina de la Universidad Johns Hopkins, en Baltimore, Maryland, Estados Unidos.

Dölen añade que “lo que sugieren nuestros estudios es que ciertas sustancias químicas del cerebro, o neurotransmisores, que envían señales entre las neuronas, necesarias para estos comportamientos sociales, se conservan evolutivamente”.

El investigador dice que los experimentos sugieren que los circuitos cerebrales que guían el comportamiento social en los pulpos están presentes en condiciones normales, pero pueden ser suprimidos por circunstancias naturales o de otro tipo. “Los pulpos suspenden su comportamiento antisocial para el apareamiento, por ejemplo. Luego, cuando terminan de aparearse, entran en un modo asocial y agresivo”, explica.

Una grasa fosilizada revela que el Dickinsonia es el animal más antiguo de la Tierra

Las moléculas de una grasa hallada dentro de un fósil han confirmado que el Dickinsonia habitó la Tierra hace unos 558 millones de años, lo que lo convierte en el animal más antiguo que se conoce, según un estudio publicado recientemente.

“El fósil de las moléculas de grasa que hallamos prueba que los animales eran abundantes hace 558 millones de años, es decir, millones de años antes de lo que pensábamos”, dice Jochen Brocks, de la Universidad Nacional Australiana (ANU) en un comunicado.

La extraña criatura, llamada Dickinsonia, medía 1,4 metros de largo, tenía una forma ovalada y su cuerpo estaba dividido en segmentos similares a un conjunto de costillas que recorrían todo su cuerpo. “Los científicos han peleado más de 75 años para determinar qué eran el Dickinsonia y otros fósiles extraños de la fauna ediacárica: si eran amebas unicelulares gigantes, líquenes, experimentos fallidos de la evolución o los primeros animales de la Tierra”, indica el experto.

El fósil, que fue hallado en un área remota cerca del mar Blanco, en el noroeste de Rusia, estaba tan bien preservado que los tejidos aún contenían colesterol, un tipo de grasa que es una marca característica de los animales. “Con el análisis de las moléculas de la grasa del Dickinsonia se confirma que este es el animal más antiguo del planeta, resolviendo así un misterio de décadas que ha sido como el Santo Grial de la paleontología”, precisa Brocks.

Un nuevo objeto cósmico avala la existencia de X, el noveno planeta del Sistema Solar

Un equipo de científicos estadounidenses ha anunciado el hallazgo de un nuevo objeto cósmico, cuya órbita parece estar afectada por la presencia de un gran cuerpo celeste lejano y desconocido y que avalaría la tesis que apunta a la existencia de X, el noveno planeta del Sistema Solar.

Algunos astrónomos están convencidos de que un gran planeta rocoso se oculta en los límites del Sistema Solar. Creen que es entre dos y diez veces más grande que la Tierra y que tarda entre 10.000 y 20.000 años en recorrer su órbita completa. Aunque, por el momento, los científicos no han logrado confirmar la existencia de este planeta X o planeta 9, su búsqueda está contribuyendo a conocer mejor las remotas regiones que se encuentran más allá de Neptuno y Plutón.

El objeto descubierto ahora, llamado 2015 TG387 o *The Goblin* (el duende), presenta una órbita alargada y muy lejana respecto al Sol. Sus descubridores creen que se trata de un planeta enano, con un diámetro en torno a 300 kilómetros.

En el punto más cercano de su órbita se encuentra a una distancia 68 veces superior a la que separa a la Tierra del Sol, y en su punto más alejado ese número llegaría hasta 2.300 veces. Además, los investigadores señalan que se trata de uno de los pocos objetos conocidos que nunca se acerca lo suficiente a los planetas gigantes del Sistema Solar, como Neptuno y Júpiter, como para tener interacciones gravitacionales significativas con ellos.

“Este nuevo descubrimiento hace más probable la existencia del planeta X”, afirma Scott Sheppard, astrónomo de la Carnegie Institution. “Tiene una

inclinación en su órbita más baja que los otros objetos conocidos, lo que sugiere que el planeta X tiene también una órbita de inclinación más baja de la que se pensaba originalmente". Según el científico, "el planeta X debe tener probablemente 10 veces la masa de la Tierra para crear efectos gravitatorios así".

Lanzan una *app* europea para ponerse a salvo de desastres naturales

La Comisión Europea ha lanzado I-REACT, una *app* gratuita para que los ciudadanos intercambien información sobre catástrofes, como lluvias torrenciales, inundaciones o incendios. Además, informa a los usuarios sobre su grado de exposición a estas amenazas.

Según informa la agencia SINC, I-REACT es una aplicación financiada por la Comisión Europea cuya misión es proteger a los ciudadanos de inundaciones, incendios y eventos climáticos extremos. La *app* está disponible en Google Play y con ella se podrá compartir información sobre catástrofes naturales.

"Nuestra idea es proporcionar herramientas a los ciudadanos europeos para que puedan tener un papel más activo en la prevención de desastres", dice Fabrizio Dominici, coordinador del proyecto I-REACT. "Los usuarios de la aplicación pueden monitorizar las condiciones ambientales y compartir información útil, como fotos y datos que ayudarán a otros ciudadanos a estar preparados".

Estos informes pueden ser verificados por el resto de los usuarios, para filtrar la información relevante y evitar la propagación de noticias falsas. La misma aproximación se aplica a la información proveniente de Twitter. Esta aplicación filtra tuits relevantes en tiempo real, para ofrecer a los usuarios contenido informativo relacionado con las emergencias que ocurren en su entorno.

Además, la aplicación también pone a prueba el conocimiento de los usuarios sobre cómo responder a distintos desastres climáticos, con el fin de formarles en hábitos más seguros. La aplicación también incluye mapas de riesgo que permiten conocer en todo momento la posibilidad de verse afectado por desastres naturales.

Un laboratorio chino logra que nazcan crías de ratón sanas de dos madres

Un equipo científico chino ha obtenido ratones sanos de dos hembras usando células madre y la edición de genes específicos. Las 29 crías tuvieron luego su propia descendencia por reproducción normal. Los investigadores usaron una técnica similar con dos padres, pero los recién nacidos solo sobrevivieron un par de días.

Según la agencia SINC, algunos reptiles, anfibios y peces son capaces de reproducirse sin dos progenitores de distintos sexos, pero no es el caso de los mamíferos. Ahora, investigadores de la Academia China de las Ciencias han logrado producir 29 ratones sanos de dos madres utilizando células madre y

edición genética. Los resultados del trabajo se han publicado en la revista *Cell Stem Cell*.

“Queríamos saber por qué los mamíferos solo se pueden reproducir por vía sexual. Tratamos de averiguar si podríamos producir ratones sanos de dos hembras o incluso de dos machos utilizando células madre embrionarias haploides con deleciones de genes”, dice Qi Zhou, coautor del trabajo.

Las nuevas 29 crías chinas no son las primeras nacidas de dos madres. En 2004, investigadores japoneses ya habían logrado producir ratones bimaternos eliminando estos genes improntados de óvulos inmaduros. “Sin embargo, mostraron características defectuosas, y el método era muy poco práctico, difícil de usar”, destaca Zhou.

En esta ocasión, en lugar de óvulos, el equipo de Zhou utilizó células madre embrionarias (ESC) haploides, que contienen la mitad del número normal de cromosomas y ADN de un solo progenitor, una hembra en este caso. Los investigadores creen que esa fue la clave del éxito. Eliminaron tres regiones improntadas de las ESC haploides de hembra y las inyectaron en óvulos de otra hembra. En total produjeron 29 crías vivas de 210 embriones. Los ratones nacieron sanos, vivieron hasta la edad adulta y tuvieron su propia descendencia de manera normal.

El cambio climático amenaza a la cerveza

Un estudio dirigido por la universidad china de Pekín y la de East Anglia (Reino Unido), publicado en la revista *Nature Plants*, ha advertido sobre los efectos que el cambio climático tendrá en la producción de cebada, y cómo afectará tanto a su distribución como a los precios de la cerveza.

Según sus cálculos, a medida que las lluvias disminuyan y se acentúen las altas temperaturas, el rendimiento de los cultivos de cebada caerá entre un 3 y un 17 por ciento. Los autores del estudio pronostican un encarecimiento de los precios de la cerveza y un descenso de su consumo.

“Este es el primer estudio que relaciona los modelos de cambio climático con los modelos de cultivo de cebada y, en segundo término, a la producción de cerveza”, destaca Dabo Guan, catedrático de economía y cambio climático de la Universidad de West Anglia y coautor de la investigación. “No todos los países que cultivan cebada producen cerveza. Solo el 17 por ciento de la cebada que se cultiva se usa para hacer cerveza. El resto se emplea principalmente para la elaboración de piensos para animales”.

La investigación contempla diferentes escenarios meteorológicos y apunta a Irlanda como el país que podría verse más afectado por la subida de los precios de la cerveza. Y es que este país europeo podría ver cómo su cerveza pasa a costar un 43 por ciento más, en el mejor de los casos, o subir hasta un 338 por ciento en 80 años, de darse las condiciones más severas. En otras latitudes, como Argentina, cifran la bajada del consumo en un 32 por ciento.

“La producción de cebada en los países europeos descenderá muy rápido. En España calculamos que lo haga entre un 5 y un 10 por ciento en el peor de los casos y que el precio de la cerveza suba un 50 por ciento”, afirma Guan.

Logran eliminar el VIH en seis pacientes con trasplantes de células madre

Científicos del Instituto de Investigación del Sida IrsiCaixa de Barcelona y del Hospital Gregorio Marañón de Madrid han logrado que seis pacientes infectados por el VIH hayan eliminado el virus de su sangre y tejidos tras ser sometidos a trasplantes de células madre.

La investigación, publicada en la revista *Annals of Internal Medicine*, ha confirmado que los seis pacientes que recibieron un trasplante de células madre tienen el virus indetectable en sangre y tejidos, e incluso uno de ellos ni siquiera tiene anticuerpos, lo que indica que el VIH podría haber sido eliminado de su cuerpo.

Los pacientes mantienen el tratamiento antirretroviral, pero los investigadores creen que la procedencia de las células madre –de cordón umbilical y médula ósea–, así como el tiempo transcurrido para lograr el reemplazo completo de las células receptoras por las del donante –18 meses en uno de los casos–, podrían haber contribuido a una potencial desaparición del VIH, lo que abre la puerta a diseñar nuevos tratamientos para curar el sida.

La investigadora del IrsiCaixa María Salgado, coprimera autora del artículo junto con Mi Kwon, hematóloga del Hospital Gregorio Marañón, explica que el motivo de que actualmente los fármacos no curen la infección por el VIH es el reservorio viral, formado por células infectadas por el virus que permanecen en estado latente y no pueden ser detectadas ni destruidas por el sistema inmunitario. Este estudio señala ciertos factores asociados con el trasplante de células madre que podrían contribuir a eliminar este reservorio del cuerpo.

En profundidad

El nuevo reto agrícola: invernaderos para el frío del interior peninsular

Por José Pichel Andrés/SINC

Quieren desafiar el duro invierno mesetario. Agricultores y científicos han iniciado un proyecto piloto en Salamanca y Huesca para crear un invernadero que amplíe los periodos de cosecha en provincias frías con un gran número de horas de radiación solar. Se apoyan en la experiencia de Almería y apuestan por cultivos tradicionales y agricultura de proximidad.

Hablar de invernaderos en España lleva asociada la imagen de Almería y su *mar de plástico*, como se conoce popularmente al Poniente Almeriense, la comarca que vive casi en exclusiva y con gran éxito de la horticultura. La producción a cubierto y un clima propicio junto al mar Mediterráneo hacen que sus productos se exporten a toda Europa.

Este tipo de explotación agrícola es casi impensable en otros puntos de la península ibérica, principalmente por las temperaturas extremas –sobre todo el frío invernal, aunque también el exceso de calor en verano–, pero algunos piensan que no sería imposible si el modelo de invernaderos fuera distinto. Científicos, agricultores, organizaciones de desarrollo rural y expertos en tecnologías, entre otros, se han puesto manos a la obra. Tras presentar al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación el proyecto Grupo Operativo “Huerta 4.0: invernaderos sostenibles en zonas frías”, ya están trabajando en esta iniciativa con dos experiencias piloto, en Salamanca y Huesca.

La idea se basa en el concepto de invernadero solar pasivo, una infraestructura que pretende ser sostenible desde el punto de vista medioambiental y tan rentable como modelo de negocio que ayude a fijar población en las zonas más deshabitadas. Fuera de España ya hay experiencias positivas, especialmente en China, que está realizando una apuesta muy fuerte por la innovación en agricultura. En otros países, como Mongolia y Armenia, también existen iniciativas que pretenden ayudar a la subsistencia de comunidades rurales aisladas.

Sol y frío

No obstante, los Países Bajos y Canadá lideran la tecnificación y los estudios más avanzados. “Los canadienses han demostrado que la radiación solar es más importante que la temperatura ambiente, ya que se puede conseguir una diferencia de 30 grados centígrados entre el interior y el exterior del invernadero”, señala Raquel Arroyo, ingeniera agrónoma y responsable de la Finca Experimental Muñovela, perteneciente al Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (Irnasa-CSIC), donde se va a instalar uno de los invernaderos piloto.

En la mayoría de los países de Europa este tipo de proyectos no tendrían demasiada viabilidad, ya que cuentan con pocas horas de sol a lo largo del año. Sin embargo, el interior de la península parece un territorio con una latitud y un clima ideales: hace mucho frío en invierno, pero cuenta con bastantes horas de radiación solar que pueden aprovecharse para calentar el invernadero.

En este caso, la idea es utilizar materiales flexibles con una doble capa que aisle el interior de las bajas temperaturas. También es importante evitar condensaciones de humedad. Para los meses calurosos será fundamental conseguir una cierta refrigeración, y la clave puede estar en la altura del invernadero y de los cultivos.

Los elementos pasivos regularán la temperatura para que el gasto energético sea mínimo, tanto la concentración de calor en invierno como la ventilación en verano. En este sentido, una de las misiones de los científicos, además de diseñar el modelo de invernadero, será tomar todo tipo de datos a lo largo del año: temperatura, humedad y producción de diferentes cultivos, entre otros. Finalmente, evaluarán los resultados y transferirán la información a los agricultores, para que puedan decidir si apuestan por el proyecto.

Para todo ello los investigadores cuentan con la ayuda de sensores 4.0 integrados en red que realizarán un seguimiento en tiempo real y permitirán realizar una gestión inteligente teniendo en cuenta incluso las previsiones meteorológicas. Así, los agricultores podrán tener toda la información en su móvil, decidir a distancia si riegan, si abren las ventanas o si lo hace el sistema por ellos, siempre intentando ahorrar recursos.

La experiencia de Almería, en el interior

En el proyecto no podía faltar la experiencia de los que más han estudiado los invernaderos. “Somos un referente a nivel mundial”, asegura Juan Carlos López, responsable de tecnología de invernaderos de la Estación Experimental Cajamar de El Ejido (Almería), “y vamos a intentar trasladar nuestra experiencia en sistemas de calefacción, refrigeración y aporte de CO₂”.

En su opinión, “lo más interesante” de esta propuesta es el carácter pasivo del sistema, que va a requerir muy poco gasto de energía y, a ser posible, también de agua. A pesar de que las condiciones que presentan territorios como la meseta, por ejemplo, son muy diferentes, en cierto modo, dentro de un invernadero “la tecnología nos permite controlar el clima”, y el gran desafío es poder hacerlo de manera sostenible no solo desde el punto de vista del aporte de recursos, sino también “que sea sostenible económicamente para el agricultor”.

Larga vida al tomate rosa de Barbastro

Esa es la esperanza de los productores implicados. David Ferrer, de la Sociedad Cooperativa Limitada Agrícola de Barbastro (Huesca), confía en que los invernaderos ayuden a desestacionalizar el cultivo estrella de su comarca,

el tomate rosa de Barbaastro. Es decir, el objetivo sería ampliar la época del año en que se cosecha y se comercializa.

Reconocida como marca nacional, esta variedad tiene un gran tamaño, es dulce y carnosa, y presenta una piel muy fina y pocas semillas. “El hándicap es que se produce durante un periodo muy corto, así que estamos interesados en alargar el tiempo de producción hasta cerca del invierno”, comenta. En la cooperativa creen también que el proyecto serviría para tener mejores rendimientos de pimientos, coliflores y pepinos, otros cultivos con los que han llevado a cabo ensayos.

La apuesta por cultivos tradicionales locales es una de las señas de identidad de este proyecto Huerta 4.0, porque, hoy en día, aportan un valor añadido muy apreciado por los consumidores, que buscan calidad. Sin embargo, las variedades de Salamanca no son tan conocidas.

Culminar un trabajo de recuperación

Remedios Morales, investigadora de la universidad salmantina –que este año celebra su 800 aniversario–, lleva mucho tiempo trabajando en la recuperación de frutas y hortalizas que se estaban perdiendo, aisladas en comarcas e incluso en pueblos concretos de la provincia. Ahora ve en este proyecto la oportunidad para canalizar su producción.

Al igual que en el caso de Huesca, “pensamos que el tomate es uno de los cultivos más interesantes por la demanda que tiene y el valor añadido que pueden aportar variedades tradicionales con muy buenas propiedades organolépticas”, pero dentro del proyecto puede entrar alguna leguminosa, como las judías verdes o los tirabeques, y algunos tipos de lechuga, que podrían cultivarse incluso en invierno.

De hecho, la idea es cubrir todo el año con diferentes cultivos que garanticen unos ingresos constantes. “No podemos competir con las altas producciones y de fuera de temporada, como las de Almería, pero podemos dar a conocer nuestras variedades y que las acabe demandando el mercado, que también valora la agricultura de proximidad”, señala.

Un granito de arena contra la despoblación

Para el Grupo de Acción Local Asociación Nordeste de Salamanca, que actúa como coordinador de todo el proyecto, la iniciativa es sobre todo “una oportunidad”. Javier Bajo, el gerente de esta entidad que agrupa 86 municipios, ve “una alternativa a los cultivos de regadío” habituales en esta zona, situada entre los 700 y los 800 metros de altitud.

“Si somos capaces de demostrar que podemos poner en el mercado productos cultivados bajo una superficie cubierta y con un coste asumible”, explica, se abriría una nueva perspectiva para las familias que quieren mantenerse en el medio rural. En su opinión, unos 2.500 metros cuadrados de invernadero podrían proporcionar una buena rentabilidad.

Por supuesto, un solo proyecto no acabará con la galopante despoblación que sufre el interior de España –Salamanca perdió entre 2017 y 2018 el 0,7 por ciento de su población; Huesca, el 0,2 por ciento–, pero pondrá su granito de arena. “Hay que tener en cuenta que la agricultura supone, en la mayoría de los casos, una inversión tremenda; es difícil entrar en este sector si no es por tradición familiar porque supondría desembolsar cientos de miles de euros”, apunta la ingeniera agrónoma del Irnasa.

Sin embargo, el tipo de explotación que plantea este proyecto no supone adquirir muchas hectáreas de terreno ni maquinaria. “Pensamos que la inversión puede ser asequible: podrían empezar por un módulo básico con las tecnologías incluidas y, a partir de ahí, ir ampliando y añadiendo nuevos elementos”, comenta.

EN DESARROLLO

Las herramientas de luz, la inmunoterapia contra el cáncer y los científicos que copiaron la evolución para curar, premios Nobel de ciencia 2018

Los creadores de las “herramientas hechas de luz”, los padres de la inmunoterapia contra el cáncer y los científicos que copiaron la evolución para curar enfermedades han sido los galardonados este año con los premios Nobel de ciencia en las categorías de Física, Medicina y Química, respectivamente.

La Real Academia de las Ciencias de Suecia ha concedido el Premio Nobel de Física 2018 al estadounidense Arthur Ashkin, la canadiense Donna Strickland – tercera mujer que se alza con este galardón desde 1901– y el francés Gérard Mourou, por sus “rompedoras invenciones en el campo de la física del láser”.

Arthur Ashkin (Nueva York, 1922) demostró a comienzos de la década de 1970 que las fuerzas creadas por la luz láser eran capaces de capturar y manipular partículas con un tamaño de milmillonésimas partes de un metro. En 1987 logró atrapar bacterias vivas sin dañarlas con las denominadas pinzas ópticas, “unas herramientas hechas de luz”, según ha destacado el comité del Nobel. Gérard Mourou (Albertville, 1944) y Donna Strickland (Guelp, 1959) allanaron el camino hacia “los pulsos de láser más intensos jamás creados por la humanidad”, según el comité.

La técnica de Mourou y Strickland, creada en 1985 y conocida como *amplificación de pulso gorjeado*, se convirtió muy pronto en la herramienta estándar para obtener láseres de alta intensidad, utilizados desde entonces en millones de cirugías del ojo. Ashkin, graduado en la Universidad de Cornell; Strickland, de la Universidad de Waterloo, y Mourou, de la Universidad de Michigan, se repartirán los 870.000 euros del galardón.

El físico Ricardo Arias, del Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Nanociencia, introductor en España de las pinzas ópticas con aplicaciones biológicas, asegura que Arthur Ashkin “era uno de los grandes olvidados”. “Las pinzas ópticas han abierto un mundo de posibilidades” añade. “Permiten coger una sola molécula y aislarla del resto en el espacio. Es algo que nunca se había conseguido y que ha permitido estudiar la biología celular y molecular como si fueran objetos macroscópicos. Es como estudiar las piezas de un reloj”.

Combatiendo el cáncer

El Premio Nobel de Medicina 2018 ha recaído en los investigadores James P. Allison y Tasuku Honjo, por sus trabajos sobre la inmunoterapia contra el cáncer. Los tratamientos desarrollados gracias a los descubrimientos de ambos

científicos consiguen espolear al sistema inmunitario para que haga frente a los tumores, lo que ha supuesto una revolución en las terapias contra el cáncer y “ha cambiado totalmente el modo en que vemos cómo afrontar la enfermedad”, señala la Academia sueca.

En concreto, Allison (1948), de nacionalidad estadounidense, y Honjo (1942), japonés, descubrieron cómo “liberar” dos frenos del sistema inmunitario que, en la práctica, servía de ayuda para la expansión del cáncer. Controlando su acción, se consigue que las defensas del organismo combatan los tumores. Así se estimula su acción, lo que ha llevado a magníficos resultados en la lucha contra algunos tipos de cáncer, como el melanoma o el cáncer de pulmón, entre otros.

A finales del siglo XIX y principios del XX, surgió el concepto de que la activación del sistema inmune podría ser una estrategia para atacar las células tumorales. Pero ha sido en los últimos años cuando la inmunoterapia ha revolucionado la forma de tratar el cáncer. Como apunta Manel Esteller, director del Programa de Epigenética y Biología del Cáncer del Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (Idibell), precisamente “los trabajos de Allison y Honjo han sido claves desde el punto de vista de la inmunología básica. Sus descubrimientos han permitido el diseño de fármacos que hoy en día se usan en la práctica clínica para el melanoma y algunos tumores de riñón y pulmón, como ipilimumab, nivolumab o atezolizumab”.

Durante la década de 1990, en su laboratorio de la Universidad de California, Berkeley, James P. Allison estudió la proteína de células T CTLA-4. Desarrolló un cuerpo que podría unirse a ella y bloquear su función, de forma que el freno de las células T se desconectara y el sistema inmune pudiera liberarse para atacar las células cancerosas. Allison y su equipo realizaron un primer experimento a finales de 1994, y los resultados fueron espectaculares en ratones y en humanos.

Unos años antes del descubrimiento de Allison, Tasuku Honjo halló PD-1, otra proteína expresada en la superficie de las células T. Exploró meticulosamente su función en una serie de experimentos realizados durante muchos años en su laboratorio de la Universidad de Kioto. Los resultados mostraron que PD-1, similar a CTLA-4, funciona como un freno de células T, pero opera con un mecanismo diferente.

En experimentos con animales, el bloqueo de PD-1 también demostró ser una estrategia prometedora en la lucha contra el cáncer, tal y como demostraron Honjo y otros grupos. Esto allanó el camino para utilizar PD-1 como un objetivo en el tratamiento de pacientes. El desarrollo clínico se produjo, y en 2012 un estudio clave demostró una clara eficacia en el tratamiento de pacientes con diferentes tipos de cáncer.

Proteínas y anticuerpos monoclonales

Finalmente, el Premio Nobel de Química ha sido para Frances H. Arnold, y George P. Smith y Sir Gregory P. Winter, por usar los principios de la evolución

a fin de desarrollar proteínas y anticuerpos para curar enfermedades y generar sustancias químicas, como biocombustibles o fármacos, de una forma más limpia y eficiente.

El motor de la evolución funciona de una forma muy simple: se produce un cambio genético que se transforma en la modificación de un rasgo o una función biológica, y la selección natural decide si es beneficioso para ese individuo. Si resulta positivo, se perpetúa a través de la reproducción, y si no supone una ventaja, se elimina. Este principio es el que usaron en los años 80 y 90 los recién galardonados por la Academia Sueca para mejorar los procesos de la industria farmacéutica o de los combustibles limpios, entre otros.

Frances H. Arnold (Pittsburgh, EE. UU., 1956), la quinta mujer de la historia que recoge el galardón de Química, logró en 1993 la primera “evolución” directa de una enzima en el laboratorio. Estas proteínas son las encargadas de acelerar las reacciones químicas que se producen en todo tipo de funciones biológicas de los seres vivos, como la transformación del alimento en energía para moverse, hacer la digestión o pensar, en el caso del ser humano.

Desde entonces, esta profesora de la Universidad de California en Berkeley y del Instituto Tecnológico de California (Caltech) ha depurado esta técnica hasta hacerla parte imprescindible de muchos de los procesos industriales de fabricación de medicamentos o de combustibles limpios que no provienen de fuentes fósiles.

La otra mitad del galardón la comparten George P. Smith (Norwalk, EE. UU., 1941), de la Universidad de Harvard, y sir Gregory P. Winter (Leicester, Reino Unido, 1951), de la Universidad de Cambridge. Smith desarrolló en el año 1985 una técnica que utiliza fagos, unos virus que infectan bacterias, para añadir cambios genéticos en estos microorganismos y fabricar así nuevas proteínas.

Winter fue el primero que logró producir un anticuerpo monoclonal cien por cien natural, humanizando anticuerpos de ratón gracias a la técnica desarrollada por Smith. Dicha técnica, que le valió el Premio Príncipe de Asturias 2012, ha abierto una ventana completamente nueva para la fabricación de medicamentos basados en proteínas humanas, y que ha cambiado la vida de miles de personas con enfermedades autoinmunes como la artritis reumatoide o la psoriasis.

Miguel Ángel Calleja, presidente de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH) y jefe de servicio en el Hospital Virgen Macarena, celebra el galardón, especialmente por el reconocimiento al “avance espectacular” que ha supuesto la incorporación de los anticuerpos monoclonales a la medicina.

“Es una forma de dirigir las terapias directamente hacia donde está el problema, minimizando los efectos adversos y maximizando los beneficios”, señala Calleja, quien subraya que este tipo de fármacos han supuesto un antes y un después tanto en la vida de miles de pacientes aquejados de enfermedades autoinmunes como en el funcionamiento de los hospitales.

Por otro lado, Calleja también aplaude la concesión del Nobel a la impulsora de la síntesis de enzimas, medicamentos que son muy útiles en enfermedades raras como el síndrome de Hunter, en las que los pacientes no fabrican sustancias necesarias para determinados procesos metabólicos en el organismo.

De cerca

“El grafeno es tan raro que todavía estamos pensando qué hacer con él”

Entrevista a Pablo Jarillo, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)

Por Sergio Ferrer/SINC

Este físico valenciano investiga en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (EE. UU.) las propiedades de los materiales bidimensionales primos del grafeno, “tan extraordinarias que hay aplicaciones que ni siquiera se nos han ocurrido aún”. Jarillo, premiado por Obama por sus investigaciones, pide paciencia con este material: “Se han creado expectativas poco realistas en torno al grafeno: todavía es pronto”.

Pablo Jarillo Herrero (Valencia, 1976) llegó al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en 2008, donde investiga las propiedades electrónicas y ópticas de materiales bidimensionales como el grafeno. Hemos hablado con él durante su reciente visita a la Graphene Week de San Sebastián, la mayor reunión europea de expertos en este campo.

El físico saltó a la fama en España en 2012, cuando recibió de manos del entonces presidente de EE. UU., Barack Obama, el premio más prestigioso que ese Gobierno puede dar a un investigador joven: el Presidential Early Career Award for Scientists and Engineers (PECASE). Seis años después, Jarillo continúa trabajando para exprimir todo el potencial de los materiales bidimensionales. Su última investigación se publicó en marzo de este año: “Demostramos que el grafeno puede ser superconductor cuando se colocan dos láminas rotadas para formar lo que se llama el ‘ángulo mágico’. Se llevaba años intentando, ¡fue una sorpresa enorme!”.

Un viejo chiste de físicos dice que la fusión nuclear es la energía del futuro y siempre lo será. ¿Le ha sucedido algo similar al grafeno?

Se han creado expectativas poco realistas por parte de empresas, medios y los propios científicos. Desde que se descubrieron los transistores de germanio-silicio hasta que estuvieron por todos los lados pasaron más de 30 años. Hace 14 años que logramos aislar el grafeno y se puede producir desde hace menos de 10. Me parece que estamos avanzando a un ritmo normal, todavía es pronto. Si en 20 años todavía no hay nada hecho con grafeno, se podrá decir que va lento, pero de momento no me lo parece. Hay muchos prototipos, aunque ninguna aplicación de alta tecnología a escala industrial que haga uso de sus propiedades únicas. Hay toneladas de grafeno de poca calidad para cosas como baterías; son aplicaciones sencillas, nada futuristas.

En 14 años, ¿no cabría esperar que ya tuviera alguna aplicación más interesante?

Hoy en día estamos acostumbrados a que todo vaya muy rápido, pero las industrias ya establecidas tienen mucha inercia. Si has invertido cinco millones de dólares en crear una sala blanca para hacer silicio no la vas a tirar porque el grafeno sea un poco mejor. Para la siguiente generación lo tendrás en cuenta, pero durante 10 años aguantas con lo que invertiste. Además, es fácil hacer un prototipo que supere a los dispositivos actuales, pero de ahí a producir billones de forma buena, bonita y barata hay un trecho. El cambio es complicado y lleva mucho tiempo.

¿Qué deberes pendientes tiene el grafeno para explotar su potencial?

Producir grafeno de calidad a gran escala es todavía complicado. Adaptar los procesos de fabricación de dispositivos electrónicos a su presencia también es difícil. Hay problemas de compatibilidad en la química y los procesos térmicos y de contaminación. También con el formato: el grafeno tiene capas muy finas, mientras que otros materiales son más gruesos, y esto requiere adaptaciones que requieren mucho tiempo.

¿Veremos esas pantallas flexibles de grafeno que nos prometieron hace años?

Hoy en día casi todas las pantallas son de ITO [del inglés *Indium Tin Oxide*, óxido de indio y estaño], que es un material rígido que se rompe, y por eso va todo el mundo por ahí con el móvil roto. Ya ha habido prototipos de pantallas flexibles que no se rompen, pero de momento no son rentables. En la industria no basta con ser el mejor: hay que ser bueno, bonito y barato. Llevará bastante tiempo. Quizá no se abaraten tanto los costes como para reemplazar el ITO y sigamos con nuestras pantallas rotas.

Dice que llevará bastante tiempo y quizá no se llegue. ¿A qué cree que se llegará?

Es muy probable que se utilice en tejidos inteligentes. No es fácil hacer ropa que tenga chips de silicio, porque son gordos y no se doblan bien. El grafeno y otros materiales bidimensionales los puedes doblar todo lo que quieras y mantienen la conductividad. Son fuertes y muy flexibles. Si no ha habido hasta ahora tejidos electrónicos es por la falta de materiales. La industria textil no tiene nada que ver con la electrónica, y ponerlas en contacto para que trabajen juntas no es fácil. Es un riesgo que a muchas empresas no les gusta. Dejan que Gobiernos y universidades hagan la investigación para ver si funciona antes de poner el dinero en el momento adecuado.

Entonces, ¿el grafeno reemplazará al silicio?

El silicio es muy bueno en lo suyo. Es difícil hacerlo mejor que él en la fabricación de transistores. El grafeno es revolucionario porque hay cosas que

solamente se pueden hacer con él. Tiene unas propiedades tan extraordinarias que hay aplicaciones que ni siquiera se nos han ocurrido aún.

¿Hay materiales bidimensionales más allá del grafeno?

El grafeno es tan relevante porque fue el primer miembro de una familia mucho más amplia. Ahora nos hemos dado cuenta de que hay cientos de materiales bidimensionales con propiedades distintas, no tan únicas, que pueden resultar útiles al ser más parecidos a los materiales convencionales con los que estamos acostumbrados a trabajar. El grafeno es tan raro que todavía estamos pensando qué hacer con él.

La versatilidad de otros materiales bidireccionales es tan amplia que se aplicarán en industrias nuevas donde no haya que reemplazar lo existente. Son flexibles, finos y semitransparentes, pero con propiedades electrónicas muy parecidas a las del silicio, de modo que con ellos se podrán hacer transistores de manera más fácil. Quizá en tejidos inteligentes se apliquen antes que el grafeno, aunque de momento tienen peor calidad porque se han investigado menos.

Me da la impresión de que los científicos necesitan su tiempo, pero las empresas van por detrás metiendo prisa.

A veces la industria tiene prisa, claro, pero muchos de esos materiales no se entienden bien aún y, entonces, es difícil aprovechar las propiedades de un material de manera óptima. Falta mucha investigación básica, porque, si no, es como empezar la casa por el tejado.

Obama le entregó un premio de 750.000 dólares por su investigación. ¿Imagina algo parecido con la actual administración?

La comunidad científica estadounidense estaba muy preocupada porque Trump quiso hacer recortes importantes en investigación básica, pero luego no se materializaron. El Congreso no los permitió. De hecho, ha habido un incremento sustancial de los fondos para investigación básica. No nos ha afectado de manera negativa, incluso tenemos más dinero para investigar que antes, al menos en mi campo.

Ahora que por fin tenemos un ministro de Ciencia, ¿qué debería aprender el sistema científico español del estadounidense?

En EE. UU. hay una apuesta muy fuerte por la gente joven que no siempre veo en Europa ni en España. Allí a la gente joven se le da mucha independencia y medios, y suele tener mucha energía y creatividad. Eso da lugar a recompensas: cuando se corren riesgos salen cosas interesantes. Además, atrae el talento venga de donde venga. Es una mezcla de talento, gente con ganas de aventura y hacer cosas arriesgadas y trabajar duro. Si se dan medios, eso crea un ambiente casi efervescente, donde las cosas son muy dinámicas y se mueven muy rápido. En Europa y España el ambiente es más

conservador: más reticencia a arriesgarse, atraer talento y dar medios muy grandes a gente joven.

Libros

Breves respuestas a las grandes preguntas

Stephen Hawking

Crítica

ISBN: 978-84-91-99043-7

256 páginas

Stephen Hawking fue reconocido como una de las mentes más brillantes de nuestro tiempo y una figura de inspiración después de desafiar su diagnóstico de ELA a la edad de 21 años. Es conocido tanto por sus avances en física teórica como por su capacidad para hacer accesibles para todos conceptos complejos, y destacó por su travieso sentido del humor. En el momento de su muerte, Hawking estaba trabajando en un proyecto final: un libro que compilaba sus respuestas a las “grandes” preguntas que a menudo se le planteaban: preguntas que iban más allá del campo académico. Dentro de estas páginas ofrece su punto de vista personal sobre nuestros mayores desafíos como raza humana, y hacia dónde, como planeta, nos dirigimos después. Cada sección está presentada por un pensador líder, que ofrece su propia visión de la contribución del profesor Hawking a nuestro entendimiento.

Partículas elementales

Ramón Fernández Álvarez-Estrada

Pirámide

ISBN: 978-84-36-84018-6

416 páginas

El propósito de este libro es guiar al lector a través del mundo microscópico de las partículas elementales, de sus interacciones fundamentales y de la relación de su estudio con la formación y evolución del cosmos. El carácter de la obra es introductorio, tratando de adoptar un tono divulgador en la medida de lo posible, por lo que el nivel matemático es mínimo. A lo largo del libro, los conocimientos se van introduciendo paulatinamente, de forma que el lector pueda pasar de los primeros ejemplos de partículas elementales hasta las teorías más actuales y sofisticadas y a los fenómenos físicos más actuales. Para ayudar a la comprensión del texto se han incluido apéndices, cuadros, tablas, bibliografía y un glosario de términos.

Confesiones

Henry Marsh

Salamandra

ISBN: 978-84-98-38872-5

304 páginas

El neurocirujano Henry Marsh, recién jubilado después de haber ejercido su profesión durante más de tres décadas en un hospital público de Londres, comparte recuerdos y reflexiones sobre sus años de estudiante, sobre las experiencias que lo marcaron en sus primeros pasos como cirujano o sobre su trabajo desinteresado en Nepal y Ucrania, realizado en unas condiciones especialmente difíciles. El autor desgrana un episodio tras otro y apuntala el examen sincero de una profesión en la que hay más probabilidades que certezas, y en la que el empeño por prolongar la vida a toda costa a menudo va acompañado de un coste trágico para los pacientes y sus familias.

Grandes nombres

Carl Friedrich Gauss, el príncipe de los matemáticos

Por Javier Cuenca

Fue un niño prodigio que nació en una familia humilde y de padres analfabetos, pero aprendió a leer por su cuenta y llegó a ser conocido como el “príncipe de los matemáticos” y reconocido por sus coetáneos como el “matemático más grande desde la antigüedad”. Carl Friedrich Gauss comparte el olimpo de los elegidos en las ciencias con Arquímedes, Newton, Euler y pocos más.

Matemático, astrónomo, geodesta y físico. El alemán Johann Carl Friedrich Gauss contribuyó significativamente en muchos campos, incluidos la teoría de los números, el análisis matemático, la geometría diferencial, la estadística, el álgebra, la geodesia, el magnetismo y la óptica. Su influencia fue notable en muchos ámbitos de la matemática y de la ciencia, y sus teorías continúan vigentes en la actualidad. De hecho, fue de los primeros en extender el concepto de divisibilidad a otros conjuntos y, posiblemente, la teoría de números sea la rama de las matemáticas en la que la influencia ejercida por Gauss haya sido mayor, aunque ni mucho menos la única.

Nació un 30 de abril de 1777 en Brunswick, Alemania. La prodigiosidad de Gauss en su niñez en lo que se refiere a las matemáticas en general, y al cálculo en particular, quedó patente a los 3 años, cuando corrigió a su padre una operación que estaba realizando relacionada con pagos de salarios a los trabajadores que tenía a su cargo. Pero la anécdota más conocida de su infancia tuvo lugar en el colegio, cuando tenía 7 años. El profesor castigó a toda la clase haciendo sumar a sus integrantes todos los números naturales desde el 1 hasta el 100. Casi de forma instantánea, Gauss tenía la respuesta correcta: 5.050.

Los profesores del chico vieron en él un don para las matemáticas, así que hablaron con sus padres para que recibiera clases complementarias. Cuando apenas tenía 10 años, Gauss ya había descubierto dos métodos para calcular raíces cuadradas de números de 50 cifras decimales y hasta había encontrado pequeños errores en tablas logarítmicas que habían caído en sus manos.

Fue recomendado al duque de Brunswick por sus profesores, y este le subvencionó sus estudios secundarios y universitarios. Con 11 años ingresó en la escuela secundaria, donde aprendió, sobre todo, cultura clásica. No descuidó, sin embargo, su formación matemática, que continuó con clases particulares y la lectura de libros.

A pesar de su juventud, Gauss ya había descubierto la ley de los mínimos cuadrados, lo que demuestra su temprano interés por la teoría de errores de observación y su distribución. A los 17 años tuvo sus primeras ideas intuitivas sobre la posibilidad de otro tipo de geometría, y a los 18 dedicó sus esfuerzos a

completar lo que, en su opinión, habían dejado sin concluir sus predecesores en materia de teoría de números. Así, descubrió su pasión por la aritmética, área en la que, poco después, cosecharía sus primeros éxitos. El gusto por la aritmética le duró toda la vida, y, en ese sentido, declaró: “la matemática es la reina de las ciencias y la aritmética es la reina de las matemáticas”.

Regla y compás

En ese momento, nadie dudaba de que Gauss ya poseía suficientes conocimientos como para haberse graduado, así que en 1795 abandonó la escuela secundaria habiendo hecho tantas matemáticas como para terminar una carrera. Lo hizo para ingresar en la Universidad de Göttingen, debido probablemente a la gran biblioteca matemática que poseía.

Su primer gran logro, en 1796, fue la demostración de que se puede construir un heptadecágono, un polígono regular de 17 lados, con regla y compás, en el sentido clásico de este tipo de construcciones. En solo seis meses, Gauss resolvió un problema que diferentes matemáticos habían intentado solucionar durante 2.000 años.

Los antiguos griegos habían demostrado que los polígonos regulares de 3, 5 y 15 lados pueden construirse utilizando solo una regla y un compás, pero no habían podido descubrir más formas de este tipo. Gauss fue incluso más allá del heptadecágono, descubriendo una fórmula matemática para encontrar todos los polígonos regulares que pueden construirse empleando solo regla y compás. Localizó 31, y estaba tan orgulloso de la demostración de este resultado que decidió estudiar matemáticas.

Estando todavía en la universidad, el matemático realizó otros importantes descubrimientos, entre los que destacan la aritmética modular, que sirvió para unificar la teoría de números; la ley de reciprocidad cuadrática, enunciada pero no demostrada completamente por Legendre unos años antes, y el hecho de que todo número entero positivo puede expresarse como suma de un máximo de tres números triangulares.

Dos años tan intensos en Göttingen le bastaron para percatarse de que ya nadie podía hacerle avanzar allí, por lo que regresó a su casa en Brunswick para escribir su tesis doctoral. Una investigación que presentó en 1799 y que versaba sobre el teorema fundamental del álgebra, que establece que toda ecuación algebraica de coeficientes complejos tiene soluciones igualmente complejas.

En 1801, Gauss publicó las *Disquisiciones aritméticas*, una obra destinada a influir de manera decisiva en la conformación de las matemáticas y, sobre todo, en el ámbito de la teoría de números. En esa obra destacan como hallazgos la primera prueba de la ley de la reciprocidad cuadrática, una solución algebraica al problema de cómo determinar si un polígono regular de “n” lados puede ser construido de manera geométrica, un tratamiento exhaustivo de la teoría de los números congruentes y múltiples resultados con números y funciones de

variable compleja que marcaron el punto de partida de la moderna teoría de los números algebraicos.

Ceres

Cuando fue capaz de predecir con exactitud el comportamiento orbital del asteroide Ceres, avistado por primera vez pocos meses antes, su fama creció de forma exponencial. Para lograrlo empleó el método de los mínimos cuadrados, que él mismo desarrolló en 1794 y que, en la actualidad, continúa siendo la base computacional de estimación astronómica.

En 1807 aceptó el puesto de profesor de Astronomía en el Observatorio de Göttingen, cargo en el que permaneció durante el resto de su vida. Tal vez lo hizo porque un año antes había fallecido el duque de Brunswick y, con él, también había acabado su apoyo financiero. En esos años maduró sus ideas sobre la construcción de una geometría lógicamente coherente que prescindiera del postulado de Euclides de las paralelas y con la que se adelantó en más de 30 años a los trabajos de Lobachevsky y Bolyai. Su esposa, con la que había contraído matrimonio en 1805, falleció al dar a luz a su tercer hijo. Gauss volvería a casarse tiempo después y tendría tres vástagos más.

En 1820, ocupado en la determinación matemática de la forma y el tamaño del globo terráqueo, desarrolló numerosas herramientas para el tratamiento de los datos observacionales. Otros resultados relacionados con su interés por la geodesia son la invención del heliotropo, y, en el campo de la matemática pura, sus ideas sobre el estudio de las características de las superficies curvas que, desarrolladas en su obra *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (1828), sentaron las bases de la nueva geometría diferencial.

También prestó atención al fenómeno del magnetismo, que culminó con la instalación del primer telégrafo eléctrico (1835). Dos años más tarde formuló la ley o el teorema de Gauss, que fue una de sus contribuciones más importantes en el campo del electromagnetismo, y de ella derivarían dos de las cuatro ecuaciones de Maxwell. Otras áreas de la física que Gauss estudió fueron la mecánica, la acústica, la capilaridad y, muy especialmente, la óptica, sobre la que publicó el tratado *Investigaciones dióptricas* (1841), en el que demostró que un sistema de lentes cualquiera es siempre reducible a una sola lente con las características adecuadas.

Posiblemente fue la última aportación fundamental de Carl Friedrich Gauss, un científico cuya profundidad de análisis, amplitud de intereses y rigor de tratamiento le valieron en vida el apelativo de “príncipe de los matemáticos”, y que fue tan reconocido que los últimos billetes de 10 marcos en Alemania, antes de la entrada del euro, llevaban su efigie. Murió mientras dormía en Göttingen, el 23 de febrero de 1855. Tenía 77 años.

En sus últimos años, Gauss seguía estando tan orgulloso de su logro juvenil del heptadecágono que pidió que fuera tallado en su lápida, al igual que Arquímedes tenía una esfera dentro de un cilindro tallada en la suya. Su deseo,

por desgracia, no se cumplió, ya que el cantero dijo que sería demasiado arduo esculpir un heptadecágono que no se pareciera a un círculo.

Más allá

La chica de la curva y otros fantasmas *on the road*

Por Refugio Martínez

Los caminos hechizados, los kilómetros negros y las carreteras malditas ya forman parte del folclore de un país, pero, eso sí, en cada lugar lo adaptan según sus creencias e idiosincrasias. A veces son ancianos decrepitos y otras fuerzas misteriosas o damas de blanco. El punto común de todos ellos no solo son las apariciones, sino que todas se producen en carreteras marcadas por la tragedia. Pero, ¿por qué solo tienen lugar en algunos sitios, en momentos aleatorios y ante determinadas personas?

Porque, como bien se ha dicho siempre, los caminos del Señor son inescrutables. Y aunque desde el punto de vista más escéptico, estas historias son leyendas populares fruto de la sugestión, la realidad es que existen determinados tramos malditos de carretera que los lugareños prefieren evitar y que se han quedado grabados en el subconsciente colectivo.

De damisela a chica de carretera

De entre todos los espectros que acechan en las carreteras del mundo, el más popular es sin duda *la chica de la curva*, un fantasma femenino que existe en casi todos los países y tan antiguo que algunos estudiosos de este tema han encontrado su origen en pasajes bíblicos, aunque, para los más puristas, esto puede resultar un poco rebuscado. Lo que sí que es cierto es que ya existían relatos en el siglo XVII que hablaban de misteriosas damas de blanco que se situaban en los cruces de caminos para advertir a los jinetes o a los pasajeros de los carruajes de los peligros que albergaba el camino.

“Esta leyenda urbana, que parece tan contemporánea, es bastante vieja”, apunta en su libro *La autoestopista fantasma y otras leyendas urbanas españolas* el filólogo y folclorista José Manuel Pedrosa. “Es un fantasma psicopompo”, entendido, según el experto, como una figura habitual en la mitología que enseña el camino, advierte de los riesgos del itinerario y ofrece ayuda para evitar los peligros. Esta figura es tan conocida en todo el mundo que se han escrito y rodado multitud de libros y películas que giran en torno a este tema, y esto es debido, según Pedrosa, a que “la relación entre el héroe masculino y la mujer auxiliar-guía-conductora tiene raíces inmemoriales y despierta muchísima fascinación”.

Con el paso del tiempo, la leyenda ha evolucionado y se ha ido adaptando a los nuevos tiempos. Ahora ya no son carruajes, sino coches; la presencia femenina no se llama dama, sino chica, y se aparece en una curva, no en un cruce de caminos, pero en el fondo sigue siendo el mismo cuento de fantasmas.

El primer caso que se investigó en España por parte de la Guardia Civil tuvo lugar en 1981, en Guipúzcoa, exactamente en la curva de Deba. Ocurrió una noche cualquiera, cuando Lorenzo Abad y su esposa vieron a una chica que hacía autostop. La recogieron en el coche y, transcurridos unos segundos, “nos advirtió que tuviéramos cuidado con la carretera, que se encontraba en malas condiciones, puesto que ella había tenido un accidente en aquel sitio”, explicó el propio Lorenzo Abad en el programa *Cuarto milenio*.

Tras esta advertencia, el matrimonio miró hacia atrás, y “nos dimos cuenta de que ya no estaba allí. Nos quedamos muy sorprendidos, porque no habíamos parado el coche, ni la puerta se había abierto”. Lo que tampoco sabían en aquel momento era que, en esa misma curva, habían muerto cuatro mujeres en diferentes accidentes.

Si bien es cierto que existen infinitas variantes de esta historia, el denominador común de todas ellas es la soledad de la carretera y la advertencia de peligro. Aunque la historia es aterradora, porque habla de fantasmas y de acontecimientos sobrenaturales, en esta ocasión la presencia se convierte en una especie de hada madrina cuya misión es la de proteger al viajero. Por eso intenta que el conductor esté atento a la carretera y alerta para poder sortear los peligros.

Un fantasma muy universal

Todo país con solera debe tener, como mínimo, una carretera maldita o algún camino frecuentado por fantasmas, cuya dirección y kilómetro exactos estén bien señalados en internet para tentar a cualquier intrépido, con más curiosidad esotérica que miedo, a hacer una ruta por los caminos más ectoplásmicos del mundo. Aunque Inglaterra se lleva la palma en cuanto a este tipo de historias, lo cierto es que son muchas las carreteras europeas famosas por sus acontecimientos sobrenaturales.

Este es el caso, por ejemplo, del túnel de Belchen, en Suiza, que une Basilea con Hagendorf por la A2. La primera supuesta aparición data de 1980 y, desde entonces, son docenas los conductores que aseguran haber observado figuras espectrales de personas ancianas que aparecen de la nada delante del automóvil obligándoles a frenar en seco.

Otro de los tramos considerados como uno de los diez más encantados de todo el mundo por los investigadores de lo paranormal, avalado por los casi 3.000 accidentes y más de 54 víctimas mortales, son los 11 kilómetros de la Autopista A3, que separa las localidades croatas de Staro Petrovo Selo y Nova Gradiška. Allí, centenares de personas afirman haber sufrido alucinaciones y extrañas visiones mientras lo atravesaban.

También son muchos los conductores alemanes que pasan aterrorizados por el kilómetro 239 de la autovía A-27, que une Bremen con Bremerhaven. Afirman los testigos que, al acercarse a ese kilómetro, “una extraña sensación comenzaba a invadirnos, como si una fuerza misteriosa poseyera el coche y, a pesar de agarrar el volante con fuerza, intentara sacarnos de la carretera”. Sea

por influencia maligna o por un problema de diseño, la cuestión es que el kilómetro 239 sigue estando marcado, a día de hoy, como un punto negro en el mapa oficial de la red viaria germana.

Pero la que se lleva la palma por siniestra es la M45 de Kolima, en Rusia. La llaman la “carretera de los huesos” porque está pavimentada sobre los huesos de los prisioneros condenados a trabajos forzados durante el estalinismo. A medida que los condenados morían de agotamiento, iban contribuyendo con sus restos orgánicos a la construcción de la carretera, que, con un currículum semejante, pronto se hizo famosa por las historias de fantasmas que de ella se contaban. Aunque se ignora la cifra exacta de cadáveres que dejó a su paso, los historiadores no tienen ninguna duda de que se trata de decenas de miles.

Como es bien sabido que el misterio y lo sobrenatural no conocen fronteras, también en Estados Unidos son frecuentes las historias de fantasmas *on the road*. De hecho, llegaron a tener incluso su propia *Carretera del Infierno*, llamada así por tener la diabólica nomenclatura de 666. Lo más asombroso es que las estadísticas revelaron que tenía una de las tasas más altas de accidentes y víctimas mortales del Estado de Nevada, por lo que la Ruta 666 fue incluida en la lista de las 20 carreteras más peligrosas de todos los Estados Unidos.

Tras la correspondiente investigación, se llegó a la conclusión de que, si en esta Ruta 666 la cifra de accidentes era tan alta, se debía a que el pavimento estaba en mal estado, a que los conductores pisaban el acelerador porque no había controles policiales y a que su trazado monótono y aburrido acababa produciendo un efecto soporífero sobre los conductores. Pero, como suele ser habitual en este tipo de lugares señalados, de nada sirvieron las explicaciones oficiales, y la leyenda negra acabó por convertir esta carretera en un centro de peregrinación para los amantes de lo sobrenatural. Hasta que, finalmente, la Administración Federal, en 2003, cambió el nombre por el de Ruta 491.

Pero, sin duda, el caso más curioso de fantasmas en la carretera es el de unos demonios femeninos llamados Yureis, muy populares en Japón, que se han hecho famosos en occidente tras el éxito de la película *The ring*. Haciendo gala de su peculiar humor amarillo, en los últimos años se ha puesto de moda en estas latitudes asiáticas pegar un vinilo reflectante de una Yurei a tamaño natural en el parabrisas posterior de los coches. Esta original pegatina pasa desapercibida a simple vista, hasta que es iluminada por los faros del automóvil de atrás, que es cuando aparece súbitamente. La intención inicial era concienciar a los conductores para que guardaran la distancia de seguridad. Sin embargo, esta broma, lejos de conseguir su objetivo, aumentó el número de accidentes.

Tras este recorrido por las carreteras del mundo, queda claro que el más sensual y seductor de todos los fantasmas es, sin duda, la chica de la curva.

Un espectro muy nuestro que sigue protagonizando las historias de terror de los fuegos de campamentos y de las fiestas de pijamas, y, aunque con los años le cambien el nombre o la vestimenta, la esencia de esta benefactora de los caminos sigue inalterable. A lo largo de todos sus años de existencia, quién sabe lo que hubiera ocurrido si la chica no hubiera advertido del peligro. ¿Es acaso una salvadora que ha prevenido numerosos accidentes? Nadie podrá responder a esta pregunta, pero lo que deja claro esta popular leyenda es que no siempre los fantasmas son malintencionados.

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