

UNIVERSO

N.º 110

20 de septiembre de 2019 – 20 de octubre de 2019

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - Animales salvajes: un reclamo turístico con un lado oscuro y cruel
- **La Segunda Guerra Mundial**
 - La bomba atómica: el arma que acabó con la Segunda Guerra Mundial
- **De cerca**
 - “Estamos en el inicio de una nueva era en computación y es muy emocionante”. Entrevista a Darío Gil, director mundial de IBM Research
- **Libros**
- **Grandes nombres**
 - Michael Faraday, el padre de la ingeniería eléctrica
- **Más allá**
 - Las brujas: ni tan malvadas, ni tan obsoletas

PRESENTACIÓN

Hay personas que deciden pasar sus vacaciones en lugares donde es posible ver, tocar, alimentar, comer e incluso matar animales salvajes. La agencia SINC ha elaborado un amplio reportaje sobre esta espinosa cuestión, repudiada por una parte de la comunidad científica.

Iniciamos en este número de Universo una serie de reportajes sobre la Segunda Guerra Mundial, al cumplirse en 2019 ochenta años de su estallido, y sobre su relación con la ciencia. En esta primera entrega nos ocupamos de uno de sus más desgraciados sucesos: la fabricación de la bomba atómica y su posterior lanzamiento sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki.

La historia de las brujas en España; una entrevista a Darío Gil, director mundial de IBM Research, y la biografía de Michael Faraday, padre de la ingeniería eléctrica, son otros contenidos que te ofrecemos en el número 110 de Universo.

ACTUALIDAD CIENTÍFICA

Breves

Las bombas nucleares de EE. UU. aún contaminan varias islas del Pacífico 60 años después

Un estudio internacional independiente ha dejado constancia de que los fondos marinos, suelos y hasta las frutas de atolones como Bikini o Enewetak acumulan partículas radiactivas muy por encima de los niveles permitidos y, localmente, en concentraciones superiores a los medidos en áreas afectadas por los desastres de Chernóbil o Fukushima.

“Hasta ahora no había habido investigaciones independientes de la contaminación radiactiva y sus consecuencias”, dice Mónica Rouco, que era subdirectora del Proyecto K=1, el centro de estudios nucleares de la Universidad de Columbia (EE. UU.), cuando sus científicos realizaron una serie de misiones entre 2015 y 2018 a las islas Marshall, donde los norteamericanos llevaron a cabo un programa de ensayos nucleares un año después de concluir la Segunda Guerra Mundial. Entre 1946 y 1958 estallaron en este archipiélago 67 armas atómicas.

Según la actual directora del mencionado proyecto, Ivana Nikolic-Hughes, coautora del trabajo, publicado en PNAS, “nuestro estudio del cráter de Castle Bravo es la primera investigación sistemática con un número de muestras lo suficientemente grande como para obtener un mapa del alcance de la contaminación por diferentes radioisótopos”. En esta zona hay una elevada actividad de plutonio-239, 240, americio-241 y bismuto-207, todos ellos elementos radiactivos. La concentración multiplica por 10 o hasta por 100 la detectada en otras zonas de las Marshall.

En cuanto a la radiación gamma ambiental, las peor paradas son las islas Bikini, del atolón homónimo, y Naen, en Rongelap. En ambos casos, decenas de mediciones alcanzan y superan los cinco milisieverts (unidad que mide la dosis de radiación absorbida por la materia viva). En el suelo, aunque apenas detectaron la presencia de plutonio-238, sí encontraron otros cuatro isótopos radiactivos y en concentraciones muy elevadas.

Según informa el diario *El País*, la investigación se centró en 2018 en la posibilidad de que la radiación se infiltrara en el cuerpo humano a través de alimentos contaminados, ya que la parte vegetal de la dieta local está formada casi exclusivamente en estas islas por cocos y pandanos, una fruta que recuerda a la piña. Algunas de estas frutas cosechadas en Bikini superaron los 3.700 beckerreles (unidades que miden la actividad radiactiva) por kilogramo de cesio-137. Tras el accidente de Fukushima, las autoridades japonesas establecieron un máximo de 600 beckerreles por kilogramo para este elemento en frutas.

Las máquinas ya saben marcarse un farol y ganar al póquer

Investigadores de la Universidad Carnegie Mellon de Pittsburgh (EE. UU.) han diseñado un programa de Inteligencia Artificial (IA) que ha sido capaz de dominar a los mejores profesionales en varias series de partidas de Texas Hold'em de seis jugadores —la variedad más popular de póquer en todo el mundo— y que, además, sabe marcarse faroles.

Según informa el diario *El Mundo*, el póquer cuenta con una dificultad para la aplicación de IA que otros juegos como el ajedrez no tienen. Es lo que se conoce como un escenario de “información asimétrica”: dado que algunas de las cartas sobre la mesa permanecen cubiertas, el jugador solo puede conocer una parte de lo que está sucediendo, así que para ganar necesita interpretar o intuir el comportamiento de sus contrincantes, lo que incluye identificar cuándo un rival se está marcando un farol y engañarle con faroles propios.

En concreto, el Texas Hold'em, en su versión multijugador, es una variante del póquer especialmente compleja, ya que los participantes desarrollan estrategias de apuestas que siguen a lo largo de decenas de manos. Según explican los investigadores, cuyo trabajo se publica en la revista *Science*, la combinación de sistemas de aprendizaje reforzado con nuevos algoritmos ha sido clave para que la máquina pueda superar a los humanos. Bautizado como Pluribus y desarrollado en colaboración con Facebook, el sistema descubre cómo ganar jugando una y otra vez contra sí mismo.

“Hasta ahora, los grandes logros de la IA sobrehumana en materia de razonamiento estratégico se habían limitado a competiciones de dos jugadores”, señala Tuomas Sandholm, profesor de informática en la universidad norteamericana. “Pero la capacidad de vencer a otros cinco jugadores en un juego tan complejo abre nuevas oportunidades de utilizar IA para resolver una amplia variedad de problemas del mundo real”.

Por otra parte, Pluribus sabe que para ganar en el póquer también se necesita ser impredecible: si un jugador apuesta únicamente cuando tiene la mejor mano posible, los oponentes identifican rápidamente la tendencia. Así que la IA no solo calcula las probabilidades de cada mano, sino que, además, equilibra su comportamiento general para desestabilizar a los rivales, lo que le lleva a marcarse faroles, como cualquier otro jugador.

Descubren un extraño asteroide kilométrico oculto durante décadas entre la Tierra y el Sol

Astrónomos de la Universidad de Caltech (EE. UU.) han descubierto en el vecindario del Sistema Solar el asteroide con el “año” más corto conocido para cualquier roca espacial. El objeto, denominado 2019 LF6 y que ha permanecido oculto durante varias décadas, mide alrededor de un kilómetro de diámetro y orbita el Sol cada 151 días aproximadamente.

Según informa el diario *ABC*, dicho asteroide oscila en su trayectoria más allá de Venus y, a veces, se acerca más que Mercurio, que gira alrededor del Sol cada

88 días. El cuerpo es uno de los 20 asteroides conocidos como Atira, cuya órbita está totalmente contenida en la terrestre.

“En la actualidad, no se encuentran asteroides de un kilómetro con mucha frecuencia”, dice Quanzhi Ye, descubridor de 2019 LF6. “Hace 30 años, la gente comenzó a hacer búsquedas metódicas de asteroides, encontrando primero objetos más grandes, pero ahora que se han encontrado la mayoría de ellos, los más grandes son aves raras. LF6 es muy inusual tanto en órbita como en tamaño; su órbita única explica por qué un asteroide tan grande eludió varias décadas de búsquedas cuidadosas”.

El extraño asteroide fue descubierto a través de la Instalación transitoria Zwicky (ZTF), una cámara de vanguardia en el Observatorio Palomar (San Diego, EE. UU.) que escanea los cielos todas las noches en busca de objetos transitorios, como estrellas en explosión y asteroides en movimiento.

Las cucarachas son cada vez más resistentes al efecto de los insecticidas

Un equipo de entomólogos de la Universidad Purdue de Indiana (EE. UU.) ha expuesto durante seis meses a diferentes grupos de cucarachas frente a productos químicos diversos para estudiar su fortaleza ante ellos. A lo largo del estudio se observó que las poblaciones de insectos no solo no descendieron, sino que se mantuvieron o llegaron, incluso, a aumentar.

Según informa el diario *La Razón*, el trabajo ha consistido en agrupar varios conjuntos de *Blattella germanica* (más conocida como “cucaracha rubia”), la más común de todo el planeta, y exponerlas a diferentes pesticidas y en modos distintos: a un grupo se le mantuvo aislado con tres pesticidas que iban rotando mensualmente, a otro se le contuvo aislado los seis meses bajo una mezcla de dos productos que no cambiaron, y para los últimos se reservó un único pesticida a rociar en medio año.

La investigación concluyó que el único grupo en el cual la población se mantuvo estable fue el que estuvo sometido al uso alterno de los tres pesticidas; en los otros, el número acabó por crecer. Los científicos hallaron que las crías de las cucarachas eran capaces de desarrollar resistencia a los químicos, por lo que se inmunizaban frente a sus efectos.

Según Michael Scharf, líder de la investigación, las nuevas generaciones de insectos aguantaban hasta cuatro y seis veces más que al principio y las cucarachas que desarrollan resistencia a químicos serán imposibles de erradicar en el futuro solo con insecticidas.

Descubierta una nueva diana terapéutica para el tratamiento del alzhéimer

Un estudio liderado por científicos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y publicado en la revista *Nature Neuroscience* ha identificado una nueva diana terapéutica para el tratamiento del alzhéimer.

Según informa la agencia SINC, los resultados desvelan que, en muestras humanas de pacientes, los niveles de la proteína SFRP1 se encuentran anormalmente elevados y continúan aumentando con el avance de la enfermedad.

Los experimentos realizados en ratones, en los que se han valorado los principales marcadores patogénicos de la enfermedad, demuestran que cuando se inactiva la función de esta proteína se previene la progresión de la patología. “Como tiene un origen multifactorial, los nuevos enfoques deberían diseñarse contra factores que actúen simultáneamente en más de uno de los procesos que se encuentran patológicamente alterados en la enfermedad”, explica Paola Bovolenta, investigadora del Centro de Biología Molecular ‘Severo Ochoa’ (CBM, centro mixto del CSIC/UAM).

Este estudio identifica que la proteína SFRP1 (Secreted Frizzled Related Protein 1) es uno de esos factores que actúan en múltiples procesos y que sus niveles elevados son patogénicos. “La neutralización de la proteína SFRP1 podría ser una alternativa terapéutica muy interesante. Medir los niveles de SFRP1 en el líquido cefalorraquídeo o en suero podría también llegar a ser un marcador diagnóstico muy útil”, añade Pilar Esteve, corresponsable del estudio, que trabaja en el CBM.

Descubren que los gorilas tienen amigos para toda la vida y celebran grandes “fiestas” anuales

Un estudio ha concluido que los gorilas tienen sociedades mucho más complejas de lo que se pensaba hasta ahora, con amistades que duran toda la vida y que se forman incluso entre animales que no son parientes. También celebran grandes reuniones anuales y hay grupos de solteros o núcleos familiares de varios tamaños.

Según han concluido los autores del trabajo, publicado en *Proceedings of the Royal Society*, las sociedades de los gorilas no solo guardan un notable paralelismo con las humanas tradicionales, sino que su existencia sugiere que los orígenes de nuestros sistemas sociales se remontan al ancestro común de personas y gorilas.

“Para los gorilas, lo más importante es que hemos mostrado que tienen preferencias a largo plazo, similares a las amistades de los humanos, no solo dentro de familias, sino también entre ellas, y que estas preferencias tienen la misma estructura que vemos en los humanos”, explica al diario *ABC* Robin Morrison, directora de la investigación y antropóloga de la Universidad de Cambridge (Reino Unido). “Para los humanos, lo más importante es que esto sugiere que nuestra propia estructura social tiene unas raíces evolutivas mucho más tempranas de lo que se pensaba hasta ahora, y que es algo que compartimos con nuestros parientes evolutivos más cercanos”.

Según informa el mencionado periódico, los investigadores observaron que se celebran grandes reuniones anuales y que se forman en torno a la comida,

aunque los científicos señalan que son tan infrecuentes que les resulta difícil extraer conclusiones certeras sobre ellas.

Desarrollan un método de impresión 3D que hace crecer el cabello

Un grupo de investigadores del Centro Médico Irving de la Universidad de Columbia (Cuimc), en EE. UU., ha desarrollado folículos pilosos para hacer crecer el cabello humano con un método basado en la impresión 3D, lo que podría mejorar el acceso de un mayor número de pacientes a una cirugía de restauración de pelo y supondría un avance para la industria farmacéutica.

Según informa el diario *La Razón*, la impresión 3D se había utilizado anteriormente para detener la pérdida de cabello, una técnica que funcionaba en ratones, pero no en las células humanas. Para romper esta resistencia, la doctora Angela Christiano, fundadora de Rapunzel Bioscience Inc., ha estado tratando de crear condiciones que imitan el entorno en el que se desarrollan las células capilares.

Así, los investigadores han intentado crear pequeñas esferas de células dentro de gotas de líquido, pero cuando estas se han implantado en ratones, los resultados han demostrado que las células de algunas personas han creado cabello y otras no. En este estudio, publicado en *Nature Communications*, el equipo ha alimentado estas células con una combinación de factores de desarrollo que incluye inhibidores de JAK, que estimulan el crecimiento del cabello. Tras tres semanas de tratamiento, aparecieron los folículos pilosos humanos y empezaron a crear cabello.

De este modo, aunque el método precisa ser optimizado, los folículos pilosos humanos creados de esta manera podrían generar una fuente ilimitada de nuevos folículos pilosos para los pacientes que se someten a una cirugía robótica de restauración capilar. Asimismo, estos folículos podrían ser utilizados por la industria farmacéutica para detectar nuevos medicamentos destinados al crecimiento del cabello.

EN PROFUNDIDAD

Animales salvajes: un reclamo turístico con un lado oscuro

Por Adeline Marcos/SINC

A la hora de elegir un lugar de vacaciones, hay quienes se deciden por un destino que incluya animales salvajes que se puedan ver, pero también tocar, alimentar, comer o incluso matar. Una parte de la comunidad científica lucha por que se reconozca la ética animal en este sector y que se impulse la conservación.

De vacaciones en Tailandia en el año 2014, la investigadora canadiense Valérie Sheppard y su marido acabaron, por culpa de un malentendido con su guía, en el Namuang Safari Park en la isla Koh Samui, un parque donde se pueden contemplar cataratas, montar en *quad*, ver un espectáculo de animales salvajes o dar un paseo a lomos de un elefante asiático. Lejos de disfrutar de la visita, Sheppard se sintió consternada e indignada por la lamentable situación de los animales. Elefantes encadenados, maltratados y enclaustrados es lo que se encuentran en realidad los turistas atraídos por el supuesto exotismo del lugar.

Al regresar a Canadá, la científica emprendió una campaña enviando cartas al propietario del centro turístico que organizó el recorrido, a organizaciones de bienestar animal e incluso al rey de Tailandia. “No recibí respuesta”, explica a SINC Sheppard, profesora en la Escuela de Turismo y Hospitalidad de la Universidad Europea de Lisboa (Portugal).

La canadiense lleva desde la década de 1990 estudiando la ética en el turismo, un interés que ha derivado de manera progresiva en la ética animal en este sector, animada por el investigador David Fennell. La experta quiere que cambie el comportamiento de la industria turística hacia los animales. “Crear conciencia sobre el uso de seres vivos en y por la industria del turismo es el primer paso hacia la justicia para los animales”, asevera.

A pesar de sus esfuerzos, la investigadora no consiguió parar el maltrato animal en el centro tailandés, donde las condiciones de los animales se mantienen aparentemente sin cambios desde hace años. Así lo demuestran las decenas de comentarios en internet sobre este parque, en los que se deja patente la crueldad. “Los turistas hasta el día de hoy continúan denunciando el trato inhumano que presencian”, comenta la científica.

Ya no es suficiente con fotografiar al animal, respetando su espacio y su hábitat; el turista se adentra en su vida alimentándolo o tocándolo, y en algunas ocasiones paga por acabar con ella.

No basta con ver a un tiburón ballena

No muy lejos de Tailandia, otra práctica turística está siendo cada vez más rentable: la de alimentar a los tiburones. Estas actividades recaudan unos 314 millones de dólares al año. En el caso de los tiburones ballena (*Rhincodon*

typus), clasificados como en peligro de extinción y cuyas poblaciones en el Indopacífico han sufrido una disminución del 63 por ciento en las últimas tres generaciones, los turistas interactúan con ellos alimentándolos a mano en su viaje a Cenderwasih Bay o Gorontalo en Indonesia.

Este tipo de encuentros, bajo la calificación de ecoturismo, es la alternativa que los locales han encontrado para dejar de pescar al mayor de los peces. Sin embargo, aunque viajeros y oriundos quedan satisfechos –los unos por la experiencia y los otros por los ingresos económicos–, el peor parado sigue siendo el animal.

Los científicos han percibido un cambio en el comportamiento natural de los tiburones alimentados por turistas, sobre todo en otras zonas como Oslob, en la isla filipina de Cebú, considerado el sitio de turismo de la vida salvaje más visitado del mundo, con 250.000 personas cada año. “Las actividades humanas siempre deben evitar cambiar el comportamiento natural”, comenta a SINC el equipo de científicos que ha analizado por primera vez la conducta de los tiburones ballena en Filipinas, donde existe una gran presión humana y los turistas se acercan a menos de dos metros de los peces.

Según los expertos, alimentar a los animales para aumentar o mejorar los avistamientos es una práctica controvertida, en especial porque no se evalúa el impacto en el comportamiento del animal a largo plazo. Por ello, durante tres años, los científicos de la Universidad Deakin en Australia observaron las interacciones entre turistas y tiburones en la isla de Cebú. Sus conclusiones muestran que los peces asocian automáticamente este lugar con comida, lo que ha provocado que algunos individuos se hayan acostumbrado a la perturbación turística. De los 208 tiburones ballena identificados, una pequeña porción permaneció más de lo debido en la zona y otra se hizo residente.

“Esto es preocupante, porque la residencia prolongada o permanente en el sitio donde son alimentados puede reducir la eficiencia del forrajeo, alterar las distribuciones de estos peces y conducir a la dependencia alimentaria en etapas posteriores de su vida”, indican los científicos, para quienes aún es necesario conocer los efectos de este turismo en la condición corporal del animal y en sus tasas de crecimiento por el tipo de alimentación que reciben.

Conductas alteradas de las rayas

Esta misma situación se repite con las mantarrayas (*Mobula alfrech*), cuyo estado es vulnerable, con las que los viajeros se hacen fotografías mientras hacen *snorkel* o buceo submarino. “Acercarse demasiado a los animales puede interrumpir sus comportamientos naturales de alimentación, apareamiento y acicalado. Un aumento de los buzos en el agua incrementa la posibilidad de perturbaciones”, asegura a SINC Elitza Germanov, investigadora en la Universidad de Murdoch en Australia.

En un estudio, la científica, junto a su equipo, ha analizado entre el año 2012 y el 2018 la resiliencia de estos animales en un área marina protegida indonesia, llamada Nusa Penida, en la que se han identificado 624 rayas a lo largo de los

seis años de investigación. Según los biólogos, el principal problema de estas interacciones entre rayas y turistas es el tráfico de barcos en zonas donde los animales se alimentan y se reproducen. “El tráfico marino, especialmente en los sitios de alimentación –ya que las mantarrayas se alimentan en aguas superficiales–, puede provocar lesiones graves”, alerta la científica.

En este sentido, los expertos exigen que se cumplan los códigos de conducta de los turoperadores y que se tenga en consideración la capacidad de cada barca y el número de bañistas para evitar alteraciones en las mantarrayas. “Se podrían considerar los cierres estacionales de arrecifes o la reducción de embarcaciones que operan durante los tiempos de reproducción de estos animales”, propone a SINC Germanov.

La cabeza de un león por 44.500 €

En tierra firme, existen otros lugares donde los animales son el mayor reclamo turístico, hasta el punto de convertirse en trofeos. En varios países sudafricanos, no muy lejos de donde se realizan safaris fotográficos, los turistas –en general, hombres occidentales de mediana edad– disparan con otro tipo de objetivo. “En muchos países del mundo la caza de trofeos es legal y es un gran negocio”, confiesa a SINC Muchazondida Mkono, investigadora en la Universidad de Queensland en Australia. Las cabezas de leones, rinocerontes, jirafas y elefantes, entre otros grandes y carismáticos mamíferos africanos, son los principales atractivos turísticos. Y generan unos ingresos anuales de unos 200 millones de dólares americanos en África.

“Cuanto más en peligro está una especie o más rara es, más cazadores la quieren como trofeo. También suelen buscar características únicas de su ‘premio’, como, por ejemplo, una rara melena negra en un león”, asegura Mkono. Una vez obtenidos los permisos –que suelen costar decenas de miles de dólares–, nada se interpone entre el cazador y su presa. Por unos 50.000 dólares americanos (44,500 euros), el turista abate a un león.

En la mayoría de los países sudafricanos esta práctica es legal y está regulada a través de cuotas, con límites cuantitativos en la caza. En ellas también se puede especificar la edad de los animales asesinados, la zona geográfica donde son capturados, e incluso el método de caza. En general suelen utilizarse rifles, ya que “la caza con arco suele ser ilegal”, señala la científica.

A la caza salvaje se unen, además, las *granjas* de animales salvajes, criados en cautividad para el mercado cinegético. Estos criaderos, que se han convertido en un gran negocio, no solo permiten que los turistas acaricien a las crías de león, sino que también fomentan la caza “enlatada” de los ejemplares adultos. Esto ocurre en Sudáfrica, Zimbabwe y Namibia.

“La caza enlatada se ha enfrentado a críticas intensas en los últimos años. También hay un fuerte movimiento contra la caza de trofeos de manera más amplia”, señala la experta, que ha analizado el papel de las redes sociales en la denuncia de estas prácticas. “Las redes sociales se han convertido en una poderosa plataforma para el activismo contra la caza de trofeos en los últimos

años”, informa la científica, que pone como ejemplo el uso de Facebook para nombrar y avergonzar a los cazadores. Los usuarios difunden los mensajes y crean conciencia con iniciativas a favor del bienestar animal, pero el problema de base perdura: el turista no siempre tiene conciencia medioambiental.

De viaje en el extranjero, lejos de casa, los viajeros no mantienen los códigos éticos y consideran ciertas experiencias como un “placer culpable”. ¿Son realmente conscientes del impacto que causan en la vida salvaje? “Creo que lo son, en su mayor parte, pero muchos están más preocupados por ellos mismos, tanto que ponen sus propios intereses por encima de los de los animales”, señala a SINC la investigadora Valérie Sheppard.

La industria del turismo lleva desde hace años evolucionando y adoptando políticas relacionadas con el bienestar animal, según Sheppard, que ha revisado junto a David Fennell 123 políticas turísticas de 73 países diferentes. Mientras que en los años 90 estas estaban más centradas en la economía, en los últimos años la tendencia es hacia una protección de los entornos naturales.

Sin embargo, aunque las actividades turísticas tienden a inclinarse más hacia los safaris fotográficos que a la caza, los viajeros siguen sin diferenciar cuándo pueden interactuar con los animales, y, en algunos casos, se frustran cuando los avistamientos no son suficientes. “Lo que nos pareció interesante y desconcertante a la vez es que muchas de las reseñas publicadas por los turistas en *TripAdvisor* lamentaron el hecho de que no había más oportunidades de ver más animales en uno de los santuarios que estamos estudiando”, recalca Sheppard. Para la científica, es importante “educar” a los visitantes. “Los animales no son y no deberían ser una exhibición para ellos”, destaca.

La sociedad está, no obstante, ejerciendo cierta presión en la industria de recreación animal, pidiendo prácticas más éticas y humanas. “Se está haciendo más ruido con el bienestar animal, y ahora le toca a la industria responder a esas preocupaciones si quiere sobrevivir a largo plazo”, apunta a SINC Muchazondida Mkono.

De hecho, a través del turismo también se puede promover la conservación. Para la científica Elitza Germanov, las interacciones humanas y animales pueden servir para aumentar la conciencia sobre temas clave de conservación, conectar al público y despertar la empatía. “El turismo, como la mayoría de las cosas, tiene límites aceptables antes de convertirse en una carga para la naturaleza, la infraestructura y las comunidades circundantes. Es importante que reconozcamos estos límites lo antes posible, como nos lo han enseñado ejemplos recientes en Filipinas (Boracay) y Tailandia (isla Phi Phi). Esto es aún más importante cuando se trata de especies amenazadas”, subraya a SINC Germanov.

A pesar de la creciente preocupación sobre la fauna salvaje en los lugares turísticos, los científicos coinciden en que nada será del todo efectivo hasta que los animales dejen de considerarse partes interesadas de la industria del turismo. Para lograrlo, su existencia debería dejar de estar relacionada con el aumento del atractivo y el potencial económico de un destino.

80 ANIVERSARIO DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

La bomba atómica: el arma que puso fin a la contienda

Por Ignacio Romo

Proyecto Manhattan fue el nombre con el que los norteamericanos bautizaron su plan para construir la bomba atómica. En 1945, finalmente, dos de ellas fueron arrojadas sobre Japón (en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki), causando miles de muertos, destrozos sin precedentes y propiciando el final de un conflicto iniciado por Alemania seis años antes.

Hitler nunca tuvo como objetivo prioritario la construcción de una bomba atómica. Al contrario de lo que temían los estadounidenses, el Führer atesoraba otros planes para su ejército, unos planes que básicamente consistían en desarrollar y producir lo más rápido armas tácticas, como cohetes o misiles. “Esta realidad alemana no se conocía en Estados Unidos, y el temor a que Hitler pudiese fabricar una bomba atómica alarmó notablemente a los científicos centroeuropeos emigrados que se hallaban tanto en el Reino Unido como en Norteamérica”, cuenta Natividad Carpintero, profesora en la Universidad Politécnica de Madrid, en su libro *La bomba atómica: el factor humano en la Segunda Guerra Mundial*.

El papel de “los científicos centroeuropeos emigrados”, como los llama Carpintero, resulta clave para comprender cómo Estados Unidos consiguió desarrollar una bomba atómica desde cero en un periodo de tiempo tan escaso, apenas tres años.

Los comienzos: científicos emigrados y cartas a presidentes

Con la instauración de las leyes antisemitas en la Alemania nazi, muchos científicos germanos de origen judío optaron por huir del país. “Las políticas racistas de Hitler causaron estragos en la comunidad científica alemana y centroeuropea. De 1933 a 1937 emigraron en total 20 premios nobel, entre los que ya lo tenían y los que lo recibirían posteriormente”, explica Carpintero. Muchos de estos científicos emigrados acabarían trabajando, años después, en el Proyecto Manhattan.

El temor a que Alemania fabricara una bomba atómica condujo a Leo Szilard (físico nuclear de origen húngaro), junto con otros científicos, a contactar con Albert Einstein para pedirle que enviase un mensaje urgente al presidente Roosevelt alertándole del grave peligro “que se cernía sobre los países aliados si el III Reich desarrollaba un explosivo nuclear”. La carta de Einstein, enviada en agosto de 1939 al presidente estadounidense, sugería, además, la posibilidad de que los Estados Unidos iniciasen su propia investigación nuclear.

El resultado de la misiva de Einstein fue, a todas luces, positivo: Roosevelt estableció un Comité Consultivo del Uranio ese mismo año, pero no fue hasta

diciembre de 1941, tras el bombardeo de Pearl Harbor, cuando los norteamericanos comenzaron a tomarse en serio el asunto.

La fabricación de la bomba, un proyecto extendido por todo un país

El 11 de agosto de 1942 nace el Proyecto Manhattan, denominado así porque, en un principio, las oficinas del Jefe del Alto Estado Mayor se hallaban en el conocido distrito neoyorquino. El coronel Leslie M. Groves, posteriormente ascendido al rango de general, es seleccionado para dirigir el proyecto. La primera decisión de Groves, controvertida en un principio pero que posteriormente se demostraría acertada, sería la de escoger como director de ciencia al científico Robert Oppenheimer, un físico de origen judío poseedor de un carácter peculiar.

El siguiente paso sería el de crear y organizar los distintos laboratorios, que en total serían tres. El primero, ubicado en Los Álamos (Nuevo México), se encargaría del diseño, fabricación y producción de la bomba. El segundo, encargado de la producción de uranio enriquecido, se centralizó en un laboratorio situado en Tennessee, y producía tanta energía como cualquier ciudad grande. El tercero se construiría en Hanford (Washington) y trabajaría en la producción de plutonio, un elemento altamente radiactivo.

En lo que se refiere al personal, Natividad Carpintero cuenta que “una parte sustancial estaba formado por científicos que habían salido huyendo de la Alemania nacionalsocialista y de la Europa ocupada”. Además, a este grupo se le uniría en 1943 el equipo nuclear inglés, cedido a Estados Unidos por el primer ministro Winston Churchill. “El hecho de que el Proyecto Manhattan reuniera a 20 premios nobel a lo largo de toda la investigación hacen de él un capítulo histórico único”, relata la profesora de la Universidad Politécnica de Madrid.

Dos bombas distintas para dos lanzamientos distintos

En 1945 se habían desarrollado dos tipos de bombas. Apenas dos años y medio habían sido suficientes para construir dos armas nucleares inéditas hasta la fecha, una fabricada a base de uranio y otra de plutonio. ¿Cuáles fueron las claves de este impresionante triunfo científico? Según Carpintero, el éxito responde a dos factores. El primero, un personal altamente cualificado (los mejores y más variados científicos del momento); y el segundo, unos medios tecnológicos y científicos altamente avanzados para la época.

La bomba que se arrojaría sobre Hiroshima, apodada *Little Boy*, estaba conformada a partir de uranio, y los científicos no albergaban ningún tipo de duda acerca de su funcionamiento, así que para ella no se requirieron pruebas previas. Sin embargo, la arrojada sobre Nagasaki, llamada *Fat Man*, cuyo material fisible sería el plutonio, sí que demandaba un simulacro antes de su uso final, pues el método de implosión que iba a utilizarse era completamente nuevo.

La prueba, bautizada por Oppenheimer como *Trinity*, se desarrolló el 16 de julio de 1945 y cosechó un éxito rotundo: fue la primera vez que el ser humano hacía

explotar un artefacto nuclear. Por fin, el Proyecto Manhattan estaba listo para ser completado.

Hiroshima y Nagasaki, ciudades destruidas

Desde 1944, Estados Unidos y Japón libraban un enfrentamiento terrible en el Pacífico. Las cifras son complejas de precisar, pero los expertos ratifican que las batallas entre ambos países estaban costando decenas de miles de muertos, especialmente en el lado nipón. “El bombardeo sobre la ciudad de Tokio a finales de 1944 causó entre 80.000 y 100.000 víctimas. En la campaña de Iwo Jima, en febrero y marzo de 1945, murieron más de 21.000 japoneses y cerca de 4.500 soldados norteamericanos; y en Okinawa, que duró de abril a junio de 1945, se calcula que fallecieron cerca de 110.000 soldados japoneses y los Estados Unidos tuvieron unas 72.000 bajas”, enumera Carpintero.

Ante tal número de muertes, Japón no tardaría en rendirse, o al menos eso creían los estadounidenses. Sin embargo, la esperada capitulación no llegaba. “En mayo de 1945, el gobierno norteamericano, tras considerar otras opciones, tomó la decisión definitiva, el lanzamiento de las bombas”, escribe Carpintero. Aun así, la resolución norteamericana —encabezada por el presidente Harry S. Truman, pues Roosevelt había fallecido escasos meses antes— no estuvo exenta de críticas.

“Leo Szilard hizo un llamamiento al gobierno planteando la cuestión moral del lanzamiento de los explosivos nucleares, teniendo en cuenta que la fabricación de la bomba atómica se había iniciado pensando en derrotar a Adolf Hitler y en utilizarse, en última instancia, sobre Alemania y no sobre Japón. Szilard y otros científicos abogaban por una demostración no militar de la bomba, es decir, explosionarla en una isla desierta cerca de Japón advirtiendo previamente al gobierno japonés de lo que podría ocurrir si no se rendían”, cuenta la profesora universitaria.

Como es sabido, aquella propuesta pacifista no fue la escogida por el gobierno de Estados Unidos. A las 8.15 horas de la mañana del 6 de agosto de 1945, un avión B-29 lanzaba la primera bomba atómica, *Little Boy*, la compuesta de uranio, sobre Hiroshima. Al ser Hiroshima una ciudad situada sobre una meseta, una llanura, las consecuencias de la explosión fueron mayores de lo esperado: el 70 por ciento de los edificios quedaron destruidos y unas 78.000 personas murieron, según las cifras oficiales.

Tres días más tarde, el 9 de agosto, se arrojó la bomba *Fat Man*, fabricada a base de plutonio, sobre Nagasaki. La explosión dejó tras de sí alrededor de 70.000 víctimas, algo menos que en Hiroshima, sobre todo debido a la orografía montañosa de la ciudad. Al día siguiente, el 10 de agosto, el gobierno japonés anunció la anhelada rendición incondicional. En el Proyecto Manhattan, Estados Unidos invirtió más de dos millones de dólares y en él trabajaron más de 600.000 personas. Los años 30 y 40 están considerados los años dorados de la física, una época de esplendor que, tristemente, coincidió con uno de los periodos de mayor enfrentamiento político y militar de la historia reciente.

DE CERCA

“Estamos en el inicio de una nueva era en computación y es muy emocionante”

Entrevista a Darío Gil, director mundial de IBM Research

Por Ana Hernando/SINC

Nacido en Murcia hace 43 años y criado en Madrid, este ingeniero y doctor en nanoestructuras por el MIT está al frente del organismo de investigación corporativa más grande del mundo. IBM Research cuenta con más de 3.000 científicos, repartidos por 12 laboratorios de seis continentes. El objetivo es liderar la informática del futuro, marcada por los avances en inteligencia artificial y computación cuántica.

Darío Gil (Murcia, 1975) vive a una hora en coche de la ciudad de Nueva York, cerca de la sede de IBM Research, la organización de I+D del gigante informático, que dirige desde el pasado mes de enero. Ha tenido una carrera meteórica en IBM. Anteriormente, había ocupado, entre otros cargos, la vicepresidencia de inteligencia artificial y computación cuántica de la compañía. Además, bajo su liderazgo, la empresa se ha convertido en la primera del mundo en construir ordenadores cuánticos programables y hacerlos universalmente disponibles a través de la nube.

Gil charló con SINC durante una reciente visita a Madrid en la que se dio a conocer una alianza con el CSIC. Gracias a este acuerdo, el mayor organismo de investigación español formará parte de la red *IBM Q Network* y tendrá acceso a los ordenadores cuánticos en la nube de la multinacional para experimentación en este ámbito.

¿Cómo se lleva dirigir la división industrial de I+D más grande del mundo?

He tenido la gran fortuna de ser elegido para liderar IBM Research, que el año que viene cumplirá 75 años de existencia. Soy su duodécimo director. Contamos con 3.000 científicos, en 12 laboratorios en seis continentes y nuestro foco es seguir avanzando en el futuro de la computación.

¿Cómo será ese futuro?

Vivimos en un momento muy interesante, porque va a haber un contraste muy grande entre lo que ha sido la informática de las últimas décadas y lo que será en los próximos 10 o 20 años. Por resumir, vamos a pasar de una informática que está basada en bits de ceros y unos, a otra que va a incorporar el concepto de neuronas –con inspiración de la biología dentro de la inteligencia artificial– y los cúbits [*quantum bits*], que es la intersección de la física y la información. En esta combinación estará el futuro de la computación. Y, como empresa, estamos muy enfocados en crearlo, definirlo y hacerlo accesible a instituciones y a la sociedad.

IBM es un agente muy potente en computación cuántica, pero también han entrado grupos como Google y Microsoft.

Sí, pero hay que diferenciar. En el caso de Microsoft, por ejemplo, creo que están haciendo un esfuerzo teórico que es interesante, pero no tiene ninguna implementación de *hardware*, como sí es el caso de IBM. Hace tres años fuimos la primera compañía en construir un ordenador cuántico accesible desde la nube de manera universal para promover la experimentación en este campo. Además, en enero anunciamos el primer ordenador cuántico integrado para uso comercial, con una potencia de 20 cúbits. Pero sí, dada la importancia que va a tener, creo que la computación cuántica se va a convertir en una prioridad para todas las compañías importantes, e incluso para los países.

¿En qué sentido?

Creo que vamos a ver inversiones desde el punto de vista de grandes empresas, pero también en el ámbito de los emprendedores y en el de capital riesgo, donde hay un creciente interés por la computación cuántica. También estamos viendo esfuerzos muy relevantes de instituciones como la Universidad de Maryland en investigación de iones atrapados o la de Yale, que está creando *start-ups* en el ámbito de la computación cuántica.

Pero IBM juega con ventaja en computación cuántica.

Sí, IBM tiene una posición de privilegio. Llevamos trabajando en computación cuántica desde los años 70, primero en la base teórica y, desde hace ya 20 años, en el ámbito experimental. Es un esfuerzo que se ve recompensado en el avance que tenemos a día de hoy. Desde que hicimos accesibles nuestros ordenadores cuánticos en la nube hace tres años, se ha creado una verdadera comunidad. Ya se han hecho más de 18 millones de experimentos en el mundo y se han publicado 160 artículos científicos, explorando todo tipo de áreas en computación cuántica. Y, como decía antes, cada vez va a haber más entusiasmo de hacer inversiones en este campo desde muchos sectores.

Este tipo de tecnología está todavía muy enfocada en la ciencia básica, ¿no?

Después de décadas de inversión en ciencia básica –que habrá que continuar si queremos avanzar–, ahora estamos en un punto de inflexión en el que las instituciones tendrán que estar listas para aprovechar la “ventaja cuántica”. Vamos a empezar a utilizar esta tecnología y a entender cómo se procesa la información. Creo que en la próxima década podremos comenzar a usar estos sistemas para resolver problemas que sean imposibles de abordar con la informática tradicional. Habrá muchas implicaciones y ventajas para la ciencia, la economía y los negocios.

¿Y cuándo cree que aterrizará en el mundo real?

Seguiremos muy enfocados en los aspectos científicos para avanzar, pero pronto podremos empezar a sacarle un partido real en campos como la

simulación de moléculas, que tendrá un gran impacto en los entornos de las compañías farmacéuticas y químicas. Su potencial también podrá ser aprovechado para lograr sistemas globales de logística y cadenas de suministro más eficientes. Y en finanzas servirá para encontrar nuevas formas de modelar los datos financieros y aislar factores de riesgo. Todo ello sin olvidar la mejora de modelos relacionados con el *machine learning* y los sectores de la seguridad y criptografía.

¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta ahora mismo la tecnología cuántica?

Los desafíos son muchos, porque, aunque tengamos estos primeros ordenadores programables cuánticos universales, todavía tienen errores. Estamos en una fase donde la corrección de estos errores –algo que damos por asumida en la informática clásica– aún no está implementada en esta nueva computación, debido al tamaño de estos ordenadores.

Existen limitaciones en el tipo de algoritmo que se puede ejecutar, la duración del cálculo, etc. Otras cuestiones que tendremos que resolver son la mejora de la calidad de los dispositivos, de nuestros procesadores cuánticos y de los cúbits en sí mismos para que tengan más coherencia. Los cúbits son muy susceptibles a las interferencias, y el alargamiento del tiempo en el que pueden mantener su estado cuántico, conocido como “coherencia”, se ha convertido en uno de los principales retos.

Suena todo muy complejo.

Lo es. Va a haber desafíos a todos los niveles. También desde el punto de vista de ciencia de los materiales, la gestión de la información y en áreas como la criogenia, ya que estos sistemas funcionan en temperaturas de cero absoluto. Siempre digo que un ordenador cuántico es uno de los lugares más fríos del universo. Pero todo esto como investigador lo veo como algo positivo porque es muy bonito. Es como si estuviéramos otra vez en los años 40 del siglo pasado, antes de que pudiéramos soñar que íbamos a tener semiconductores, la ley de Moore y demás.

¿Estamos entonces en el nacimiento de una nueva era informática?

En 1944 los británicos desarrollaron el que se conoce como el primer ordenador digital, llamado Colossus, que se utilizó para decodificar las comunicaciones cifradas alemanas en la Segunda Guerra Mundial. Si hubiéramos vivido en esa época y nos hubieran preguntado para qué otras cosas iba a servir, no habríamos tenido ni idea. Ahora llevamos una evolución de esos ordenadores en nuestros bolsillos [saca un móvil] y entendemos la revolución que ha supuesto. Creo que vivimos un momento parecido en el que la informática cuántica está emergiendo como tecnología por primera vez. Estamos en el inicio de una nueva era en computación y es muy emocionante.

Libros

Alquimia

Juan Manuel López Zafra y Ricardo A. Queralt

ISBN: 978-84-23-43080-2

300 páginas

Deusto

Los datos se asemejan al oro. Como él, su valor crece con el tiempo; son infinitamente fraccionables, permitiendo transacciones entre las partes de forma práctica y sencilla, y tienen un valor inherente que permite mejorar la posición financiera de quien los posee. En este libro, los autores se adentran de forma amena —pero no exenta de rigor— en el mundo de los datos para mostrar el cambio de paradigma en el que estamos inmersos. La inteligencia artificial, la robótica, el *machine learning* y la analítica avanzada son distintas caras del poliedro que, hoy, conforma una economía y una sociedad basada en los datos.

El sorprendente libro de las rarezas matemáticas

David Darling

ISBN: 978-84-49-33626-3

Paidós

256 páginas

¿Hay algo verdaderamente aleatorio? ¿Existe realmente el infinito? ¿Podremos llegar a captar la verdadera esencia de otras dimensiones? En este viaje de descubrimiento, David Darling y el extraordinario niño prodigio Agnijo Banerjee establecen vínculos entre la vanguardia de las matemáticas actuales y la vida tal como la entendemos, hurgando en lo extraño (¿nos gustaría la música alienígena?) y aventurándonos en expediciones para considerar la existencia del libre albedrío y el fantástico futuro de los ordenadores cuánticos. Repleto de enigmas y paradojas, conceptos alucinantes y soluciones sorprendentes, este libro es para cualquiera que busque respuestas a las preguntas de la vida, incluso a aquellas que nunca se te ocurrió hacerte.

La física cuántica del futuro

Hans Christian von Baeyer

ISBN: 978-84-90-66745-3

Tusquets

240 páginas

Este libro ofrece una sorprendente y renovada interpretación de las paradojas que suele arrojar la física cuántica y los misterios que envuelve el átomo. Asimismo, explica, de un modo accesible al lector común, las profundas implicaciones que la mecánica cuántica tiene con respecto a su aplicabilidad técnica y nuestra interacción con el mundo.

GRANDES NOMBRES

Michael Faraday, el padre de la ingeniería eléctrica

Por César Mestre

Descubrió la inducción electromagnética e hizo importantes aportaciones en los ámbitos de la electrotecnia y la electroquímica, además de ser el responsable de la introducción del concepto de campo para describir las interacciones electromagnéticas. Pero Michael Faraday (1791-1867) también realizó, aunque no sea tan célebre por ello, contribuciones fundamentales a la teoría electromagnética de la luz: en 1845, descubrió que un campo magnético influye sobre un haz de luz polarizada, fenómeno conocido como “efecto Faraday” o efecto magneto-óptico.

Michael Faraday es un caso verdaderamente atípico en la historia de la física: su formación era muy elemental, pero las leyes de la electricidad y el magnetismo están mucho más en deuda con los descubrimientos experimentales de este científico que con los de cualquier otra persona. Él descubrió la inducción electromagnética, que le condujo a la invención de la dinamo, precedente del generador eléctrico; explicó la electrólisis en términos de fuerzas eléctricas e introdujo conceptos como *campos* y *líneas de fuerza*, esenciales en la comprensión de las interacciones eléctricas y magnéticas y piezas básicas en el desarrollo posterior de la física.

Nació el 22 de septiembre de 1791 al sur de Londres, en el seno de una familia humilde, siendo el tercero de los cuatro hijos de un herrero. La única educación formal que recibió de niño fue en lectura, escritura y aritmética. Dejó la escuela cuando contaba 13 años y empezó a trabajar en un taller de encuadernación. Precisamente fue allí donde se desató su pasión por la ciencia, al leer sobre la palabra *electricidad* y otros términos científicos en la Enciclopedia Británica mientras la estaba encuadernando, tras lo cual empezó a realizar experimentos en un improvisado laboratorio.

Circulares y concéntricas

En 1813 fue contratado como ayudante de laboratorio del prestigioso químico *sir* Humphrey Davy en la Royal Institution de Londres, de la que fue elegido miembro en 1824 y donde trabajó hasta su fallecimiento, primero como asistente de Davy, después como colaborador suyo y, finalmente, tras la muerte de su jefe, como su sucesor. Faraday produjo tal asombro a Davy que este, al ser preguntado cuál había sido su mayor descubrimiento científico, respondió que Michael Faraday.

Este llegó a ser un gran divulgador de la ciencia, y en 1826 creó en la Royal Institution los *Friday Evening Discourses* (Charlas vespertinas de los viernes) y un año después las *Christmas Lectures* (Conferencias navideñas). Ambas iniciativas todavía existen y continúan siendo un canal de comunicación entre científicos y profanos, con el objetivo último de presentar la ciencia al público en general. El propio Faraday impartió muchas de estas charlas.

Faraday realizó su primer descubrimiento sobre electromagnetismo en 1821. Al repetir el experimento de Oersted con una aguja imantada en diversos puntos alrededor de un hilo con corriente, dedujo que este se hallaba rodeado por una serie infinita de líneas de fuerza circulares y concéntricas. El conjunto de estas líneas de fuerza es el campo magnético de la corriente, término también introducido por el físico inglés. Partió de los trabajos de Oersted y Ampère sobre las propiedades magnéticas de las corrientes eléctricas, y en 1831 logró producir una corriente eléctrica a partir de una acción magnética, fenómeno conocido como *inducción electromagnética*.

Comprobó que cuando se hacía pasar una corriente eléctrica por una bobina, se generaba otra corriente de muy breve duración en otra bobina próxima. El descubrimiento de la inducción electromagnética en 1831 supuso un hito decisivo en el progreso no solo de la ciencia, sino de la sociedad, y se emplea hoy en día con el fin de generar electricidad a gran escala en las centrales eléctricas. Este fenómeno revela, además, algo nuevo sobre los campos eléctricos y magnéticos.

El gran cambio

A diferencia de los campos electrostáticos creados por cargas eléctricas en reposo, cuya circulación a lo largo de una línea cerrada es nula (campo conservativo), los campos eléctricos creados por campos magnéticos tienen una circulación a lo largo de una línea cerrada distinta de cero. Dicha circulación, que corresponde a la fuerza electromotriz inducida, es igual al ritmo de cambio del flujo del campo magnético que atraviesa la superficie delimitada por dicha línea cerrada (ley de Faraday). El físico inventó el primer motor eléctrico, el primer transformador, el primer generador eléctrico y la primera dinamo, por lo que puede ser llamado, sin ningún género de dudas, el padre de la ingeniería eléctrica.

Abandonó la teoría del fluido eléctrico y magnético para explicar la electricidad y el magnetismo, introduciendo los conceptos de *campo* y *líneas de campo* y apartándose de la descripción mecanicista de los fenómenos naturales al más puro estilo newtoniano de acciones a distancia. Esta incorporación del concepto de campo fue calificada por Einstein como el gran cambio en la física, al proporcionar a la electricidad, el magnetismo y la óptica un marco común de teorías físicas. Sin embargo, hubieron de transcurrir varios años hasta que las líneas de campo de Faraday fueron aceptadas definitivamente por la comunidad científica, concretamente cuando el físico escocés James Clerk Maxwell entró en escena.

Otro de los fenómenos descubiertos por Faraday, tal vez menos popular, es el de la influencia de un campo magnético sobre un haz de luz polarizada, conocido como "efecto Faraday" o efecto magneto-óptico. Y es que la mente investigadora de este físico no se conformaba con revelar la relación entre electricidad y magnetismo, sino que deseaba saber también si los imanes afectaban a los fenómenos ópticos. Él creía en la unidad de todas las fuerzas de la naturaleza, y en particular entre la luz, la electricidad y el magnetismo.

Sombras de especulación

El 13 de septiembre de 1845, comprobó que si un haz de luz polarizado linealmente atraviesa un cierto material al que se aplica un campo magnético en la dirección de propagación de la luz, se observa un giro en el plano de polarización de la misma. Faraday escribió en la entrada 7504 de su diario de laboratorio: “Hoy he trabajado con líneas de fuerza magnética, aplicadas a diferentes cuerpos (transparentes en distintas direcciones) y al mismo tiempo haciendo pasar un rayo de luz polarizada a través de ellas. (...) Se produjo un efecto sobre el rayo de luz polarizado, y por tanto la fuerza magnética y la luz se demuestra que están relacionadas entre sí”.

Esta fue la primera indicación evidente, sin lugar a dudas, de que la fuerza magnética y la luz estaban relacionadas entre sí y de que la luz estaba relacionada con la electricidad y el magnetismo. Respecto a este fenómeno, Faraday escribió en la misma entrada de su diario: “Este hecho probablemente será sumamente fecundo y de gran valor en la investigación de ambas clases de fuerzas naturales”. No estaba equivocado, pues el efecto magneto-óptico es uno de los pilares fundamentales y una de las pruebas experimentales de la teoría electromagnética de la luz.

En una de las charlas vespertinas de los viernes de la Royal Institution del mes de abril de 1846, Faraday expuso que la luz podría ser algún tipo de perturbación que se propaga a lo largo de las líneas de campo. El físico se atrevió incluso a cuestionar la existencia del éter luminífero –una herejía científica en aquella época–, que se suponía era el medio en el que se propagaba la luz. Propuso que la luz podría no ser el resultado de las vibraciones del éter, sino las vibraciones de las líneas físicas de fuerza. Y concluía: “Es probable que haya cometido numerosos errores en todo cuanto he dicho, pues mis ideas al respecto me parecen incluso a mí mismo sombras de especulación”.

Esta idea fue recibida con escepticismo y nadie la aceptó hasta que Maxwell se mostró favorable a ella en un artículo posterior, donde se exponía la teoría electromagnética de la luz y se atribuía a las consideraciones sobre las vibraciones de los rayos de Faraday las ideas que le sirvieron de base para la elaboración de esta. Falleció en Londres el 25 de agosto de 1867.

MÁS ALLÁ

Las brujas: ni tan malvadas, ni tan obsoletas

Por Refugio Martínez

En una sociedad a caballo entre lo medieval y lo moderno, donde la superstición era el eje que fundamentaba todos los acontecimientos físicos y la religión el alimento espiritual, donde la existencia del Cielo y el Infierno no se cuestionaba y donde, en el nombre de Dios, se justificaban genocidios, conquistas y guerras, ¿por qué las brujas eran tan temidas?

Porque creer en el Cielo significa reconocer que hay un Infierno, y si existe un Averno tendrá que haber alguien que lo lidere. Y si existe el Demonio necesitará secuaces en la Tierra con los que dar rienda suelta a toda su maldad. Desde este punto de vista, ¿puede haber algo más terrible y temido que las adoradoras de Satán? Pues sí, y ello no es otra cosa que el fenómeno que se creó como consecuencia del fanatismo que surgió para dar caza a las mujeres que se habían dejado seducir por el Maligno.

“Un fanatismo que alcanza el culmen de la obsesión neurótica en Europa hacia la segunda mitad del siglo XVI y primeros años del siglo XVII”, afirma a *Universo* Ricardo García Cárcel, escritor y catedrático de Historia Moderna de la Universidad Autónoma de Barcelona.

A consecuencia de este fenómeno se vivieron 80 años de terror que, según los investigadores, acabaron con la vida de entre 40.000 y 60.000 personas. Y aunque toda Europa se vio afectada por la fiebre de la caza de brujas, fue en Alemania y los países colindantes donde estos peculiares hábitos cinegéticos se dieron con más virulencia.

¿Qué ocurrió para que la brujería se convirtiera en el enemigo público número uno? Curiosamente, según explica García Cárcel, el germen de esta persecución se localiza en el origen del racionalismo. En el siglo XVI, en plena transición del feudalismo al capitalismo, se comienzan a utilizar la razón y la lógica para entender los hechos de la naturaleza y, en este contexto, “las brujas se identifican con lo antiguo, la tradición y la superstición, y se convierte en un lastre para el progreso del que hay que desprenderse”. Para justificar la eliminación de ese lastre, la sociedad las convirtió en las responsables de todas las catástrofes.

En una Europa asolada por el hambre, la peste y la pobreza, se creó un caldo de cultivo que nutrió más, si cabe, la animadversión hacia la magia y la brujería. Este sentimiento de odio es el que motivó su persecución y su exterminio mediante episodios de histerias colectivas en los que la multitud alcanzaba la catarsis a través de actos de redención donde las presuntas brujas eran a veces torturadas, a veces ahorcadas y a veces quemadas. “La brujería es una realidad social emanada de la cultura popular y, aunque siempre han estado ahí, en el Barroco la sociedad proyectó toda su capacidad represiva y focalizó su interés

sobre ese mundo para responsabilizarlas de todo lo peor”, reconoce el catedrático.

Mujeres marginales

Un ejemplo que representa la culminación de la neurosis colectiva contra la brujería en España fue el proceso de las brujas de Zugarramurdi, que finalizó con un auto de fe en noviembre de 1610, donde 18 personas fueron reconciliadas con la Iglesia y 11 condenadas a la pena capital, aunque solo pudieron quemar vivas a seis porque las otras cinco murieron en la cárcel como consecuencia de las torturas.

No obstante, es de justicia recordar que, a pesar de la leyenda negra que se ha originado en torno a España y la Inquisición, lo cierto es que la incidencia de casos de brujería en nuestro país fue mínima, y de todos los procesos entre 1540 y 1700, tan solo se condenó a la hoguera por brujería a 59 mujeres, lo que viene a ser una cifra ridícula si la comparamos con los miles de personas que fueron ejecutadas en Centroeuropa.

Pero que el fanatismo y la neurosis colectiva que se generaron en torno a estas figuras sea un episodio deleznable de la historia, que las condenas fueran éticamente reprochables, que las ejecuciones constituyeran crímenes contra la humanidad y su persecución infundada no significa que no existieran las brujas. Porque, en opinión del historiador, haberlas las hubo: “Las brujas no se inventan. Se exagera y se radicaliza el problema, pero nadie puede negar que existieron unas mujeres marginales”.

¿Quiénes eran las brujas?

La bruja se caracteriza por ser vieja, fea y desdentada. Es un personaje que procede del mundo de la cultura marginal y popular. Y aunque hoy en día metemos en el mismo saco a las hechiceras, los magos y las brujas, para la Inquisición y los tribunales de la época las diferencias eran más que evidentes y las condenas correspondientes también. Así, mientras que unas acababan en la hoguera, a otras se las ventilaba con una simple reprimenda.

Todas eran juzgadas por la Inquisición por Procesos de Superstición que englobaban “tres conceptos distintos: el concepto de la magia, el concepto de hechicería y el concepto de brujería”. En este sentido, Cárcel apunta que, aunque la Inquisición en España procesó a 3.500 personas por superstición, solo el 20 por ciento fueron acusadas de brujería.

Según el baremo de la Inquisición, el más inocuo de los tres conceptos de superstición era el de la magia, que consistía en creer en la posibilidad de que se produjeran determinados resultados de la interacción de dos hechos que nada tenían que ver. Por ejemplo, cuando se derrama la sal, “que se caiga la sal es un hecho circunstancial y, sin embargo, la magia establece que de ese hecho puede deducirse un efecto determinado y trascendente”. “Es decir –aclara el catedrático de Historia–, la magia establece un vínculo causa-efecto entre dos hechos que son aleatorios en sí mismos”.

La hechicera es la que aspira a hacer realidad (por vías completamente esotéricas) expectativas o ilusiones que están en la condición humana, tales como la salud, el amor o el poder. “Es creer que a través de unos determinados recursos puedes conseguir unos efectos”, aclara el experto. La brujería es un salto cualitativo, un escalón más que nos lleva al Demonio. En este sentido, lo que diferencia a una bruja de una hechicera o de un mago es que a la primera se le supone que ha establecido un pacto de sumisión con el Diablo.

Y precisamente su trato de favor, o, mejor dicho, de sumisión, era lo que las hacía tan temidas, aunque lo cierto es que no eran las únicas que se relacionaban con Lucifer. De hecho, hubo muchas monjas en la época, como santa Teresa de Jesús, que tuvieron tratos con el Señor del Mal, pero mientras que unas luchaban contra él y superaban las tentaciones, otras se dejaban seducir por el Maligno, convirtiéndose en sus siervas. “Y eso es lo que las lleva, naturalmente, a la condena”, subraya García Cárcel.

Mar y montaña

Al igual que hay distintos grados de maldad dentro del género de los supersticiosos, dependiendo de la ubicación geográfica de las brujas, también existen diferencias significativas en los niveles de perversidad. Así, no es lo mismo una bruja vasca que una bruja valenciana o, dicho de otra manera: “hay dos tipos de brujas, las que llamamos brujas de montaña y las de litoral o de llanura, que son las mediterráneas”.

La bruja de montaña, cuyo modelo más representativo es la de Zugarramurdi, se ubicaba en territorios que no habían sido apenas cristianizados, en donde se pasó literalmente del paganismo al catolicismo sin previa cristianización. “En una estética literalmente repugnante –explica García Cárcel–, se caracterizaban por practicar aquelarres y reuniones colectivas en donde se realizaban conjuros diabólicos, dentro de un ambiente extremadamente sórdido y desagradable, con presuntas muertes de niños”.

Por el contrario, la bruja que se da en el Mediterráneo, en la zona de litoral, como la valenciana, por ejemplo, “es una bruja mucho más próxima a la hechicería y a la picaresca”, reconoce el catedrático, y si bien es cierto que hace tratos con el Demonio, los realiza de manera individual, no hay viajes en escobas, ni *sabbat*, ni aquelarres.

Aunque la Edad Moderna se haya quedado atrás y los siglos XVI y XVII suenen muy lejanos en el recuerdo, para el experto en historia moderna, en una sociedad tan avanzada como en la que vivimos, solo hay que encender la televisión para comprobar que las brujas siguen existiendo. “Porque la superstición sigue teniendo un peso extraordinario. La gente quiere que le miren las rayas de las manos o que le lean las cartas”, dice. La ansiedad por saber cuál va a ser el futuro, o cómo curar enfermedades o dominar el amor “es un fenómeno antropológico, tan antiguo como la propia humanidad”, concluye.

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