

UNIVERSO

N.º 73

20 de abril de 2016 – 20 de mayo de 2016

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - ¿Pueden las máquinas ser una amenaza para el ser humano?
- **En desarrollo**
 - Renfe: 75 años viajando en tren
- **De cerca**
 - Entrevista a Jordi Sunyer, codirector del Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental de Barcelona: “El aire de nuestras ciudades es tóxico”
- **Libros**
- **Inventos y descubrimientos**
 - La silla eléctrica, el invento que nació de una rivalidad comercial
- **Grandes nombres**
 - Edward Lorenz, padre de la teoría del caos y del efecto mariposa
- **Más allá**
 - Experiencias cercanas a la muerte. Asomarse al otro mundo

Presentación

De no ser controlados adecuadamente, los avances en inteligencia artificial pueden convertirse en la principal amenaza para el ser humano. ¿Sería conveniente, pues, regularlos? *Universo* ha preguntado sobre ello a una eurodiputada, un catedrático de Derecho y dos científicos, que nos dan su opinión sobre tan espinoso asunto.

Hemos hablado con el codirector del Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental de Barcelona, Jordi Sunyer, quien alerta sobre la toxicidad del aire de las ciudades, y celebramos el 75 cumpleaños de Renfe, la compañía que ha consolidado al tren como un medio de transporte fundamental.

Las curiosas circunstancias que rodearon el invento de la silla eléctrica, hace 150 años, la teoría del caos de Lorenz y los sucesos protagonizados por personas que han tenido experiencias próximas a la muerte son otros contenidos que te ofrecemos en este número de *Universo*.

Actualidad científica

Breves

Algunos hongos de la Antártida podrían sobrevivir en Marte

Un equipo de científicos europeos recogió en 2014 una muestra de los diminutos hongos que se cobijan en las rocas de la Antártida y la envió a la Estación Espacial Internacional (ISS). Un año y medio después, y sometidas a condiciones parecidas a las de Marte, más de un 60 por ciento de sus células permanecían intactas, con el ADN estable.

Según recoge el Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC), los hongos proceden de los Valles Secos de McMurdo, en la Antártida, el análogo terrestre más parecido a Marte. Se trata de uno de los entornos más secos y hostiles de nuestro planeta, donde el fuerte viento barre incluso la nieve y el hielo y donde solo sobreviven algunos líquenes y los llamados microorganismos criptoendolíticos, refugiados en la grietas de las rocas.

En concreto, los investigadores recogieron muestras de dos especies de hongos criptoendolíticos (*Cryomyces antarcticus* y *Cryomyces minteri*), las analizaron en laboratorio y las ubicaron en unas celdillas desarrolladas por la Agencia Espacial Europea para resistir entornos extremos.

Posteriormente, se enviaron a la ISS en la nave Atlantis y fueron colocadas en el exterior del módulo Columbus, con la ayuda de un astronauta del equipo comandado por el belga Frank de Winne.

Durante 18 meses, la mitad de los hongos antárticos estuvieron en condiciones que simulan las de la atmósfera marciana: un 95 por ciento de CO₂, un 1,6 por ciento de argón, un 0,15 por ciento de oxígeno, un 2,7 por ciento de nitrógeno, 370 partes por millón de H₂O y una presión de 1000 pascales. Y, a través de filtros ópticos, unas muestras se sometieron a los elevados índices de radiación ultravioleta que se registran en Marte y, otras, a radiación reducida.

Al finalizar el experimento, los hongos regresaron a la Tierra. Fueron de nuevo analizados en la Universidad de Tuscia (Italia) y se compararon los datos con los obtenidos antes del viaje espacial.

El resultado más destacado fue que más de un 60 por ciento de las células de las muestras habían quedado intactas después de la exposición similar a Marte, lo que significa que la estabilidad de su ADN celular todavía era elevada.

Las conclusiones de esta investigación contribuirán a evaluar la capacidad de supervivencia y estabilidad a largo plazo de microorganismos y bioindicadores sobre la superficie de Marte, datos que proporcionarán una información básica y relevante para futuros experimentos enfocados a la búsqueda de vida en el planeta rojo.

Del amor a la embriaguez, un paso

La oxitocina, la llamada “hormona del amor” (sobre la que tratamos en el número 58 de *Universo*) produce efectos positivos, pero también presenta una faz sombría. Según un estudio de la Universidad de Birmingham, las consecuencias de la oxitocina en el cerebro y la conducta se asemejan a los de otra sustancia también de doble filo: el alcohol.

Según recoge la revista *Scientific American*, tanto la una como el otro mitigan el miedo, la ansiedad y el estrés, a la par que elevan la confianza, la generosidad y el altruismo. Y, al mismo tiempo, ambas sustancias acentúan la agresividad, la asunción de riesgos y los prejuicios.

Esas semejanzas probablemente se deban a que la oxitocina y el alcohol actúan en una misma ruta la química del cerebro, aunque en puntos diferentes. Mientras que la primera promueve la liberación de ácido gamma-aminobutírico (GABA), un neurotransmisor que reduce la actividad neuronal, el alcohol, por su parte, se enlaza a receptores de GABA y potencia su actividad.

Además, otros ensayos clínicos han demostrado que el espray nasal de oxitocina reduce la ansiedad por la bebida y los síntomas de abstinencia en los alcohólicos.

La Universidad de Barcelona fulmina su máster en homeopatía

La Universidad de Barcelona ha decidido suprimir el máster en homeopatía que impartía desde el año 2004, tras la publicación de un informe desfavorable de la Facultad de Medicina, por “falta de base científica”.

El máster, que era bianual, lo ofrecía el instituto de formación continua de esta Universidad, el IL3. De un tiempo a esta parte, había tenido problemas para que fuera acreditado tanto por el Ministerio de Sanidad como por las comunidades autónomas.

Su coste ascendía a 6.940 euros. En el curso 2010-2012 se matricularon 32 alumnos; 27 en el correspondiente al periodo 2012-2014, y una veintena lo realizaba actualmente. Pese a su supresión, los alumnos acabarán el máster el próximo mes de octubre.

Pasa un año en el espacio y vuelve cinco centímetros más alto

El astronauta estadounidense Scott Kelly regresó a la Tierra el pasado 3 de marzo tras pasar 340 días en la Estación Espacial Internacional, a la que lo envió la NASA. Después de casi un año sobrevolando el planeta, Kelly ha ganado dos cosas: el honor de convertirse en el segundo hombre que más tiempo ha pasado en órbita, y cinco centímetros de altura.

Según la NASA, el crecimiento del astronauta era algo esperado (por los efectos de la ausencia de gravedad), a la par que reversible. Tras una breve estancia en la Tierra, es de esperar que su columna vertebral vuelva a su tamaño original.

La nave de Kelly tomó tierra en la ciudad de Dzhezkazgan, en Kazajistán, desde donde voló hasta Houston, en Texas (Estados Unidos). Ahora, expertos de su país estudiarán los cambios fisiológicos que ha sufrido su cuerpo, para poder afrontarlos en misiones venideras, y aún más largas.

Un yogur al día reduce el riesgo de hipertensión en mujeres

Un estudio llevado a cabo por investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Boston (Estados Unidos) ha demostrado que tomar yogur a diario reduce notablemente el riesgo de desarrollar hipertensión arterial, al menos, en el caso de las mujeres.

Para llevar a cabo la investigación, los autores examinaron los registros médicos y patrones de la ingesta de este lácteo recogidos en tres grandes estudios epidemiológicos estadounidenses, en los que se observa que tomar cinco o más yogures semanales conlleva, frente al consumo de un único yogur mensual, una reducción del 20 por ciento del riesgo de desarrollar la enfermedad.

Este beneficio no se analizó también en la población masculina porque los varones participantes en dichos estudios consumían mucho menos yogur que las mujeres.

El *Solar Impulse II* vuelve a volar

Este mes de abril, tras casi nueve meses de reparaciones, el *Solar Impulse II* volvió a despegar. El avión suizo (del que hablamos en profundidad en el número 62 de *Universo*) fue diseñado para dar la vuelta al mundo sin una gota de combustible, solo con la energía de los rayos del Sol. Su viaje comenzó el 9 de marzo de 2015 en Abu Dabi (Emiratos Árabes Unidos), pero tuvo que ser interrumpido a mediados de julio por un problema de sobrecalentamiento de sus baterías.

El nuevo despegue se produjo tras superar un vuelo de prueba en Hawái a finales del pasado febrero, en el que alcanzó una altitud de más de 8.000 pies (2.400 metros) sobre el océano Pacífico.

El avión, que se alimenta con más de 17.000 células solares, pretende marcar un hito histórico: recorrer 35.000 kilómetros sin emplear una sola gota de combustible para concienciar sobre el uso de energías limpias frente a los contaminantes combustibles tradicionales.

En profundidad

¿Pueden las máquinas ser una amenaza para el ser humano?

La inteligencia artificial y los robots ya superan al cerebro humano en muchos aspectos, pero no en todos

Por Ignacio Santa María

El mes pasado, el programa AlphaGo, de la empresa Deep Mind, ganó por primera vez una partida de go al campeón mundial de este milenar juego asiático. Ya en 1997 Gari Kasparov se vio superado por una máquina de IBM, Deep Blue, al ajedrez, pero el go es un juego todavía más sofisticado. Shane Legg, el creador de Deep Mind, ha declarado que, si no se controlan bien, los avances en inteligencia artificial pueden convertirse en la amenaza número uno del ser humano. ¿Es necesario regular estos avances? Una eurodiputada, un catedrático de Derecho y dos científicos nos responden.

El físico Stephen Hawking planteó recientemente en un congreso en Silicon Valley el contraste entre la lentitud con la que mejora la genética humana y la velocidad con la que se perfeccionan las computadoras, que, según la Ley de Moore, duplican su capacidad cada 18 meses. Advertencias como las de Shane Legg o las de Hawking han hecho saltar las alarmas. ¿Pueden las máquinas superar al ser humano y convertirse en una amenaza para su creador?

Ciertamente, los sistemas de inteligencia artificial (IA) cada vez se parecen más al modo de pensar del ser humano. De hecho, la victoria de AlphaGo sobre el jugador surcoreano Lee Sedol supone un hito, pues si bien en el ajedrez entran en liza la capacidad de cálculo, la memoria y el pensamiento lógico, para ganar en el go se requieren otras cualidades más genuinamente *humanas* como la creatividad, la experiencia e incluso el estilo de juego.

Capaces de tomar decisiones por sí mismos, los sistemas que incorporan IA pueden suponer una amenaza para el hombre en numerosos ámbitos como las armas –los famosos drones–, los vehículos autónomos, la maquinaria pesada de las fábricas o los robots que interactúan directamente con personas. Además, hay aspectos sensibles, como la pérdida de puestos de trabajo que acarrea la incorporación de robots a los procesos productivos y a tareas de todo tipo o la igualdad en el derecho de acceso a estas tecnologías cuando son beneficiosas.

Preguntado por *Univero* sobre estas cuestiones, el catedrático de Filosofía del Derecho de la Universidad Carlos III de Madrid, Rafael de Asís, se muestra partidario de elaborar leyes que regulen los avances en inteligencia artificial y robótica. “La combinación de la robótica con la neurociencia, la genética, la IA y la nanotecnología nos hace pronosticar la creación de máquinas muy similares

al ser humano. En cuanto artefactos dependientes, su actividad deberá regularse y, en cuanto objetos parecidos a los seres humanos y con repercusión social, también deberá regularse el uso que las personas hagan de ellos”.

De la misma opinión es la Comisión de Asuntos Jurídicos del Parlamento Europeo, que creó hace un año un grupo de trabajo sobre robótica e IA para avanzar en una legislación comunitaria que regule estas actividades. La eurodiputada Mady Delvaux-Stehres, que preside este grupo, explica a *Universo* los progresos que se han producido en este año de trabajo: “Han surgido muchas preguntas en las reuniones, pero debo confesar que no sabemos aún todas las respuestas porque algunas cuestiones son verdaderamente complejas y tenemos que investigarlas más a fondo antes de poder hacer propuestas legislativas”.

No obstante, esta eurodiputada luxemburguesa asegura que “ya tenemos redactadas algunas recomendaciones específicas y el primer borrador del informe será presentado a la Comisión de Asuntos Jurídicos el próximo mes de mayo”. A su juicio, “la legislación vigente no es suficiente para afrontar la aparición de los robots autónomos y la inteligencia artificial. Si no actuamos con rapidez, hay riesgo de que el potencial económico y los efectos positivos de robótica no sean totalmente comprendidos en Europa”.

“Creo que debemos abordar los desafíos que nos plantea el desarrollo tecnológico y ser capaces de hacer propuestas legislativas a escala europea e internacional”, continúa Delvaux-Stehres, quien afirma con solemnidad: “Quiero que la revolución robótica sea una oportunidad y no una amenaza para nuestra sociedad”.

Algoritmos depredadores

Sería injusto no reconocer que la IA y la robótica prestan ya grandes servicios al ser humano a través de multitud de aplicaciones en la agricultura, la ganadería, la vigilancia, la seguridad, la defensa, la búsqueda y el rescate de personas, la desactivación de explosivos, la exploración espacial... En el ámbito de la medicina, hay robots cirujanos y rehabilitadores. En el campo asistencial, terapéuticos, domésticos, educativos, de ocio, de entretenimiento y hasta de compañía.

Sin embargo, el director del Instituto de Investigación en IA (IIIA, dependiente del CSIC), Ramón López de Mántaras, advierte a *Universo* de algunos peligros que pueden generar los sistemas de IA en campos tan insospechados como los mercados financieros. En los mercados bursátiles han irrumpido unos programas informáticos denominados *bots* (aféresis de robots) que imitan el comportamiento de los operadores de bolsa humanos pero a una velocidad de fracciones de segundo. Según un estudio de la Universidad de Miami, entre enero de 2006 y febrero de 2011, se produjeron en las bolsas estadounidenses 18.520 eventos extremos que alteraron los precios de forma completamente anormal, provocando picos muy elevados o caídas drásticas.

“Estos llamados *bots* se basan en algoritmos muy agresivos que operan a tal velocidad que los humanos son incapaces de reaccionar. Son como depredadores que actúan de tal forma que, cuando las presas se dan cuenta de su presencia, ya no pueden hacer nada. Es necesario regular esto, e incluso, en mi opinión, prohibirlo completamente”, zanja el director del IIIA.

Este es solo un ejemplo, pero lo cierto es que estos algoritmos tienen cada vez más incidencia en nuestra economía doméstica, como señala López de Mántaras: “Nuestras compras, nuestro ocio e incluso nuestras relaciones sentimentales están siendo cada vez más controladas por algoritmos. ¿Estos algoritmos reflejarán intereses y valores humanos o simplemente son un paso más en la dirección de la economía neoliberal que va a ampliar todavía más la brecha entre ricos y pobres?”

¿Leyes para los robots?

Son innumerables las obras literarias y cinematográficas que fantasean con la idea de robots y androides que se rebelan y acaban sometiendo a la raza humana a sus dictados. Tanto han calado este tipo de argumentos en el imaginario popular que, a juicio de Elena García, investigadora de Robótica del CSIC, es este rechazo social a los robots la causa principal de que aún no se hayan introducido con normalidad en nuestra vida cotidiana. “Los robots son muy caros porque llevan mucha tecnología aunque, si creciera mucho la demanda, bajarían los precios, pero hay un tremendo rechazo social hacia ellos, a causa de estas historias de ciencia-ficción”, argumenta García.

Este rechazo social se manifiesta claramente en el tratamiento periodístico que reciben algunas informaciones, como, por ejemplo, la del accidente que costó la vida a un operario en una planta de fabricación de automóviles de Volkswagen en Alemania cuando uno de los robots de la cadena de montaje lo golpeó por error. Aparecieron titulares como “Un robot mata a un hombre en una planta automovilística” o “El robot letal de la planta de coches”. La investigadora del CSIC tacha de “tremendistas” estas informaciones: “Pudo deberse a un fallo humano o a un error en el sistema de seguridad. La culpa no fue del robot: él solo hacía el trabajo para el que estaba programado”.

Hablando de ciencia-ficción, hay que recordar que fue precisamente en este ámbito donde surgió la idea de dictar leyes para regir a los robots. El primero en imaginarlo fue Isaac Asimov quien, en su novela *Runaround*, de 1942, enuncia las leyes que debe observar todo robot, y que se pueden sintetizar así: “No dañar o permitir daños a los humanos y obedecer siempre sus órdenes”.

Rafael de Asís cree que “la consideración de los robots como sujetos morales y sujetos de derechos es problemática”. No obstante, este catedrático de Filosofía del Derecho sí defiende la necesidad de elaborar leyes específicas para la robótica, ya que esta tecnología plantea una serie de problemas singulares, como, por ejemplo, el impacto en el mercado de trabajo, con la consiguiente pérdida de puestos, la repercusión en las relaciones sociales entre seres humanos y máquinas o la cuestión de la responsabilidad moral de las máquinas o robots.

En esta línea, se pronuncia la eurodiputada Delvaux-Stehres: “Dotar a los robots de principios éticos reducirá los riesgos relacionados con sus decisiones autónomas y permitirá avances tecnológicos en la robótica que la sociedad aceptará más fácilmente. En mi opinión, tenemos que crear un Comité Ético europeo para los robots y la IA, que supervise el desarrollo y la integración de robots en la sociedad y defina principios para la investigación en robótica”.

Pero, ¿se pueden enseñar principios éticos a unas máquinas que, si bien tienen autonomía y capacidad para tomar decisiones, no tienen conciencia ni libertad? Responde López de Mántaras: “No se puede hacer que adquieran valores personales y sociales propios de los humanos. Lo que es relativamente fácil es incluir en el programa que controla al robot una serie de normas sencillas sobre cómo tiene que reaccionar ante cada situación”.

La inteligencia humana es irremplazable

El temor ancestral del ser humano a que otra especie supere su nivel de inteligencia se proyecta ahora en los robots y los sistemas de IA. Pero, ¿podemos dar por sentado que las máquinas ya han superado a la inteligencia humana? Los investigadores consultados por *Universo* lo niegan. “Los sistemas de IA saben hacer muy bien cosas muy concretas. Sin embargo, la inteligencia humana es mucho más general y flexible, y tengo muchas dudas acerca de la posibilidad de desarrollar inteligencias artificiales generales comparables a la humana”, afirma López de Mántaras.

La investigadora de Robótica del CSIC explica por qué la inteligencia humana es tan difícil de replicar: “Nosotros copiamos lo que vemos en la naturaleza y lo programamos en las máquinas. El hemisferio derecho del cerebro humano es el lugar de la inteligencia emocional. Aquí se alojan los sentimientos, la creatividad artística, la capacidad de síntesis, de soñar, la intuición, lo subjetivo. No tenemos ni idea de cómo funciona la inteligencia emocional y por eso no la podemos copiar”. García admite que sí existen los llamados robots emocionales: “Hemos conseguido programar a robots para que detecten o expresen emociones, pero realmente no las tienen”.

La investigadora del CSIC se muestra tajante ante el temor a una hipotética rebelión de las máquinas: “El robot hace lo que le hemos enseñado, aquella función para la que lo hemos programado. No hace otra cosa. Por lo tanto, no supone peligro alguno para nosotros. Estamos trabajando para garantizar la seguridad de las personas en los ámbitos en los que los robots tengan una interacción directa con el ser humano. Pero no porque puedan rebelarse, sino porque pueden fallar”.

Por ello, el director del IIIA, insiste en que el riesgo no estriba en el veloz perfeccionamiento de la inteligencia de las máquinas, sino en la autonomía que se les confiera: “En mi opinión, el problema no reside tanto en el nivel de inteligencia, sino más bien en el nivel de autonomía. Lo que hay que regular, pues, es la dotación de autonomía a las máquinas”, concluye López de Mántaras.

En desarrollo

Renfe: 75 años viajando en tren

Por Javier Cuenca

Este 2016 se cumplen 75 años del nacimiento de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles o, de lo que es lo mismo, Renfe. Inaugurada en enero de 1941 como resultado de la intervención de las grandes compañías para la explotación de la red de ancho de vía normal, que alcanzaba los 12.401 kilómetros de líneas, Renfe ha servido para consolidar al ferrocarril en España como un medio de transporte esencial.

Concluida la Guerra Civil Española, el régimen de Franco liquidó en 1939 las empresas ferroviarias de vía ancha que existían hasta ese momento y se incautó de las líneas. Tras un tiempo de explotación provisional, se publicó la Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera, por la cual el 24 de enero de 1941 se creaba una nueva empresa estatal que gestionaría las líneas de ancho español, de 1.668 milímetros, durante las posteriores décadas.

A dicha empresa se la denominó Renfe (Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles), y su creación supuso la mayor operación nacionalizadora de Europa llevada a cabo hasta aquel momento. Los ferrocarriles de vía estrecha, los tranvías, etcétera, quedaban excluidos de ella, a excepción de los trenes Cercedilla-Navacerrada y eléctrico del Guadarrama (Madrid), que también pasaban a formar parte de Renfe.

La nueva empresa pública había nacido con 12.401 kilómetros de vías y con tipos de explotación, reglamentos, maquinaria, etcétera, muy diferentes y sin ningún estándar concreto, debido a las muy diversas compañías de las que provenían. En este sentido, las dos primeras tareas de la flamante Renfe serían reconstruir y unificar la red ferroviaria española.

A todo ello se sumaba el aislamiento internacional que padeció España durante la década de los 40 debido a la derrota de los regímenes fascistas italiano y alemán, con los cuales se había alineado Franco. España había quedado muy dañada por la contienda civil y la población se dedicaba exclusivamente a la economía de subsistencia. Ante la falta de recursos, gran parte de la reconstrucción de la red ferroviaria se encomendó, mediante trabajos forzosos, a los prisioneros republicanos.

En 1949, con las necesidades básicas ya cubiertas, se acometió la segunda fase de recuperación, aprobándose el Plan General de Reconstrucción y Reformas Urgentes, cuyas características esenciales fueron la compra de 200 locomotoras, 5.000 vagones de mercancías y 400 coches de viajeros, así como la mejora de las líneas ferroviarias, incluyendo nuevas electrificaciones de las mismas.

Evolución y decadencia

A principios de los años 50, con la amenaza del comunismo soviético, cambió radicalmente la actitud de los países occidentales que habían aislado a España hasta aquel momento. Así, Estados Unidos empezó a colaborar con Franco, gracias a lo cual se pudieron comprar locomotoras diésel de línea, como las 316 y 318, y eléctricas, y fue posible desarrollar el Plan General de Electrificación, entre otras cosas.

Paralelamente, el fin del aislamiento y la recuperación de la economía que ello representaba hizo que poco a poco el ferrocarril español empezara a evolucionar y no todo se limitara a la reconstrucción y la subsistencia que habían caracterizado la década anterior.

Un nuevo tren empezaba a moverse por las vías españolas, concretamente entre Hendaya y Madrid: la primera versión comercial del Talgo II. Además, en esta época comenzaba la automatización del ferrocarril con el primer CTC (Centro de Tráfico Centralizado), instalado entre las localidades leonesas de Ponferrada y Brañuelas.

Pero, a finales de los años 50 se truncaría la recuperación que se había venido produciendo desde los inicios de aquel decenio, a consecuencia de lo cual el Banco Mundial hizo público un informe en el que recomendaba al Gobierno español una serie de modificaciones en la economía del país. En lo referente al ferrocarril, aconsejaba abandonar las inversiones en nuevas líneas y centrar exclusivamente el esfuerzo presupuestario en mejorar la red existente en aquel momento, en general todavía en un estado muy precario.

Además, a partir de los años 60 empezó a popularizarse en casi todas las capas de la sociedad la tenencia de automóvil propio, lo que provocó que el tren fuera perdiendo adeptos de una manera continuada y alarmante.

Como respuesta, el Gobierno español elaboró el Plan Decenal de Modernización 1964-1973, cuyas consecuencias, sumadas a las de la crisis y a las de las recomendaciones del Banco mundial, serían diversas. En primer lugar, se paralizaron las obras de las nuevas líneas que estaban en construcción en ese momento.

Las primeras mejoras que pudieron verse fueron los nuevos trenes TER, que lograban la notable velocidad, para la época, de 120 kilómetros por hora, pese a que algunos países, como Francia, ya empezaban a tener ferrocarriles circulando a 200 kilómetros por hora. Otros avances ferroviarios fueron las unificaciones de las estaciones en las grandes ciudades.

En los primeros años 70 el transporte por carretera se había generalizado, sumiendo al tren en unas cuotas de mercado realmente irrisorias. El Gobierno español centraba todos sus esfuerzos en la mejora de las comunicaciones por carretera, tanto en largas como en cortas distancias, mientras veía al ferrocarril, algo que también le ocurría a la mayor parte de la sociedad de entonces, como un medio obsoleto que no merecía nuevas inversiones.

La crisis energética mundial de 1973 acentuó aún más la decadencia del tren. Pese a que parecía que se podía beneficiar de la subida de los precios del petróleo, que frenaba el transporte por carretera, la obsoleta red ferroviaria, la falta de medios para prestar un servicio con un mínimo de calidad y el recorte presupuestario siguieron jugando en su contra.

Con la llegada de los años 80, la actitud hacia el tren empezó a variar lentamente. Tanto los poderes públicos como los ciudadanos en general se dieron cuenta de que el automóvil no constituía la única solución al problema del transporte, y de que, por muchas carreteras y autopistas que se construyeran, siempre acababan colapsadas. Paralelamente, los expertos en movilidad alertaron de que el ferrocarril era un transporte mucho más eficiente que el coche, al tiempo que más ecológico y, por tanto, barato.

En 1984, Renfe y el Estado suscribieron un importante acuerdo que incluía una cláusula crucial en la historia del ferrocarril español: a partir del 1 de enero de 1985, el Gobierno dejaría de subvencionar cualquier línea que pudiera considerarse “altamente deficitaria”. Es decir: toda aquella línea que no consiguiera cubrir, como mínimo, un 23 por ciento de sus costes a partir de los ingresos que generara. Las consecuencias iban a ser el cierre de 4.068 kilómetros de vía.

Alta Velocidad

En 1988, desprovista ya la red ferroviaria de sus tramos menos rentables, empezaría una fuerte apuesta por la modernización del tren. Así, se aprobó el Plan de Transporte Ferroviario (PTF), una de cuyas primeras consecuencias fue la sustitución del acceso ferroviario a Andalucía, totalmente colapsado por el cuello de botella que suponía el puerto de Despeñaperros. Pero varias razones hicieron que lo que solo iba a ser una variante de trazado se terminara convirtiendo en el comienzo de una nueva era para el ferrocarril español.

Por diversos motivos se decidió construir una línea totalmente nueva entre Madrid y Sevilla —haciéndola apta para velocidades de hasta 300 kilómetros por hora y utilizando el ancho de vía internacional— de 1.435 kilómetros. Era el principio del AVE (Alta Velocidad Española). Hacia finales de la década de los 80, los cambios y las inversiones que se estaban realizando en el conjunto de la red empezaron a dar sus frutos, y, si en los anteriores 30 años el ferrocarril había ido perdiendo pasajeros continuamente, esta tendencia no solo se detuvo, sino que se modificó.

A mediados de 1992 se inauguraba el primer tren de alta velocidad de España, entre Madrid y Sevilla, que acaparó pronto la gran mayoría de los desplazamientos entre ambas ciudades, haciendo bajar ostensiblemente el número de viajeros que preferían el coche y, lo que fue más sorprendente, eliminando prácticamente el uso del avión en esa misma ruta.

Ya en el siglo XXI, se aprobó el Plan de Infraestructuras 2000-2007, que dedicaba más de la mitad del dinero gastado en obras en toda España directamente al ferrocarril, una cosa absolutamente impensable solo 10 años

antes. El objetivo de dicho plan era conseguir poner cualquier capital de provincia a menos de cuatro horas de Madrid y a menos de seis de Barcelona. Por ello, se planeó una amplia red de Alta Velocidad en estrella desde Madrid, que cubría toda la Península Ibérica pero que no tenía en consideración las relaciones no radiales.

El 31 de diciembre de 2004 fue el último día en que existió Renfe como empresa estatal de ferrocarriles y nació la nueva Renfe Operadora. A partir de aquel momento, solo ha sido una empresa explotadora más de la red, mientras toda la infraestructura ha pasado a estar en manos del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF). Esos cambios habían de permitir la aparición de nuevas compañías que compitieran con Renfe en el transporte ferroviario, tanto de mercancías como de pasajeros, abriendo una nueva era totalmente diferente para el tren europeo.

De cerca

Jordi Sunyer, codirector del Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental de Barcelona

“El aire de nuestras ciudades es tóxico”

Por Leonor Lozano

Jordi Sunyer es médico “de formación y vocación”, pero jamás pisa una consulta. Hace más de 30 años decidió entregarse en cuerpo y alma a estudiar los efectos de la contaminación sobre la salud y hoy codirige el Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental (Creal) de Barcelona. En 2014, sus esfuerzos fueron recompensados con el Premio Goldsmith, el “Nobel” de las ciencias ambientales, y, por eso, cuando advierte de que respiramos aire “tóxico”, no nos queda más remedio que creerlo.

La culpa de que colgara la bata y el fonendo la tuvieron las epidemias de asma grave que colapsaban las urgencias de Barcelona a mediados de los años 80. Porque, cuando terminó la residencia de Medicina Familiar y Comunitaria, el destino llevó a Jordi Sunyer al Instituto Municipal de Salud de la Ciudad Condal. Su trabajo se centraba en el estudio de “episodios masivos de gente con ataques asmáticos muy graves”, y descubrió su causa: “La descarga de soja en el puerto”.

La intervención sobre el origen de aquella epidemia “eliminó el problema” y alejó a Jordi definitivamente de las consultas. “Descubrir el poder de la prevención y la ciencia despertó una nueva vocación que tenía escondida”, asegura el investigador catalán.

Hoy, Jordi codirige el Creal, un centro “financiado con dinero público (de la Generalitat, el Hospital del Mar de Barcelona y la Universidad Pompeu Fabra) y, en más de un 60 por ciento, por los proyectos que consiguen sus científicos”.

Con más de 130 personas de 24 países (entre ellos, médicos, biólogos, psicólogos, veterinarios, matemáticos, estadísticos y ambientólogos), realiza “una investigación de excelencia sobre los efectos del medio ambiente en la salud”.

El riesgo de respirar

Óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono, amoníaco, compuestos orgánicos volátiles, partículas en suspensión. El aire que respiramos es cualquier cosa menos inocuo.

El problema no es baladí. Según Sunyer, la contaminación particulada del aire “es el riesgo ambiental prevenible más importante a nivel mundial, y muy por encima del resto”. “La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo sitúa en el número nueve, por delante incluso de la falta de ejercicio o el colesterol”, señala el investigador.

Según la OMS, la contaminación atmosférica es la responsable de 3,7 millones de muertes prematuras cada año en todo el mundo. “Hay miles de estudios que confirman que un aumento de 10 microgramos por metro cúbico de partículas en suspensión de menos de 2,5 micras incrementa en torno a un uno por ciento la mortalidad. Sin duda, el aire de nuestras ciudades es tóxico y sus efectos no son admisibles”, advierte Sunyer.

En la ciudad de Madrid, por ejemplo, las seis estaciones que miden estas partículas finas y ultrafinas igualaron o superaron en 2015 el valor límite anual que recomienda Naciones Unidas. Y las partículas en suspensión son, precisamente, las más perniciosas para nuestro organismo: “Son más tóxicas por su pequeño tamaño, ya que llegan al fondo del pulmón y pueden penetrar en el sistema general”.

Efectos sobre la salud

La contaminación atmosférica es causa de asma, síntomas bronquiales, alveolitis e insuficiencia respiratoria. Sin embargo, “el aparato respiratorio (incluyendo el cáncer de pulmón) solo representa un 30 por ciento de su impacto”.

“La mayor parte se debe al sistema cardiovascular”, aclara Sunyer. “De hecho, la primera enfermedad que produce es el ictus, seguida del infarto de miocardio, tanto a nivel agudo como crónico. Los días con mayor polución hay más ingresos y urgencias por ictus e infarto y, en las zonas más contaminadas, el riesgo de sufrir estas enfermedades, a la larga, es mayor”.

La correlación entre contaminación y alergias, sin embargo, “es un tema controvertido”. El codirector del Creal asegura que “en los estudios en animales de laboratorio, está claro que sí se da”, pero en los ensayos sobre la población general “cuesta demostrarlo”.

¿Cuál es la población más expuesta?

Aunque los “puntos negros” de contaminación (industrias químicas, cementeras, refinerías o fundiciones) han sido, “en general”, controlados en nuestro país, “los focos dispersos siguen sin vigilarse y su número ha aumentado”. El médico catalán se refiere al tráfico, un problema que afecta especialmente “a quienes viven en las cercanías de las vías de alta densidad”.

Pero a Sunyer le preocupa también la biomasa (la utilización de la materia orgánica como fuente energética), porque “conlleva una elevación en el aire de los niveles de benzopireno, un cancerígeno”, así como de la agricultura intensiva, que puede convertirse en “un generador importante de partículas respirables”.

“Nos encontramos ante un problema global, si bien, en general, se puede concluir que las grandes urbes son las que tienen un aire de peor calidad, y, dentro de las capitales, los que viven cerca de las calles más transitadas por coches son los más expuestos”, puntualiza el investigador.

Menos coches y más zonas verdes

La solución, en su opinión, pasa por “cambiar la cultura de la movilidad”: “Debemos destinar más tiempo a ella y utilizar el transporte activo –andar, ir en bicicleta–. Los coches, para la carretera; en las ciudades, el espacio que ocupan debería ser verde y para los ciudadanos”.

Además, y dado que “los motores diésel emiten hasta 20 veces más partículas que los de gasolina”, el codirector del Creal considera que estos vehículos “no deberían circular en las zonas congestionadas de las ciudades”.

España, en cualquier caso, “va muy tarde” en la lucha contra esta amenaza. “Empieza a despertar ahora, ¡cuando tenemos advertencias de la Unión Europea desde hace años! Hay mucho por hacer y se requiere valentía para aplicar medidas impopulares, acuerdos entre las distintas administraciones y un gran contenido técnico”, señala este experto.

Muchas ciudades y regiones de nuestro entorno sí han hecho los deberes a este respecto. “Unas 220 localidades y regiones de Europa han establecido planes y reducido la contaminación. Berlín, Estocolmo, Basilea, el Piamonte y Lombardía, por ejemplo, han hecho propuestas muy avanzadas”, asegura.

El “Nobel” de las ciencias ambientales

Sunyer, que actualmente se centra en el impacto de las exposiciones pre y posnatales a la contaminación ambiental sobre el desarrollo del cerebro, recibió en 2014 el Premio Internacional Goldsmith, que concede la Sociedad Internacional de Epidemiología Ambiental.

“Sin duda, es una alegría que te hace ver el camino recorrido con un cierto agradecimiento a la vida y a los tuyos y, claro, a los compañeros de trabajo”, comenta el investigador. No es para menos: el Goldsmith es el galardón más prestigioso del mundo en su ámbito, algo así como el “Nobel” de las ciencias ambientales.

Para terminar, solo cabe preguntarse: ¿contribuye Jordi Sunyer a hacer aún más tóxicas nuestras ciudades? La respuesta, como no podía ser de otro modo, es negativa: “Dedico una hora al desplazamiento de ida y otra al de vuelta; 25 minutos de tren y, el resto, andando”.

Dice que procura desplazarse, siempre que puede, a pie, porque “andar en una ciudad como Barcelona es un regalo para la mente y para el cuerpo”. Nosotros no lo dudamos.

Libros

La cuestión vital

Nick Lane

Editorial Ariel

ISBN: 978-84-34-42306-0

416 páginas

¿Por qué la vida es como es? Las bacterias evolucionaron a formas de vida más complejas solo una vez en 4.000 millones de años en la Tierra y todas las formas de vida complejas comparten características extrañas, desde el sexo al envejecimiento y la muerte. Si la vida ha evolucionado en otros planetas, ¿será parecida o completamente diferente?

Apoyándose sobre los pilares de la teoría evolutiva, el bioquímico Nick Lane sugiere una novedosa hipótesis sobre la relación entre la evolución celular y la vida a gran escala. Tan rigurosas como fascinantes, sus conclusiones no solo explican el vasto ímpetu de la evolución, sino también proveen una perspectiva valiosa que amplía nuestro entendimiento del sexo, la especiación y la complejidad de la vida humana.

Inventar en el desierto. Tres historias de genios olvidados

Miguel A. Delgado

Turner Libros

ISBN: 978-84-15832-19-5

224 páginas

En Piedrabuena (Ciudad Real), hace ciento y pico años, pasaban cosas muy raras: un tal Sánchez se fue a Estados Unidos y, al volver, montó en el pueblo una fábrica revolucionaria (porque producía un aparato para ver a la gente por dentro y porque pagaba sueldos justos). Por esos años, cundió también la monomanía de diseñar el submarino perfecto: con periscopio o sin él, para recuperar el imperio o para mariscar. La cosa, en el caso de Peral, Monturiol y otros, acabó en naufragio, aunque tuvieran a Julio Verne de su parte.

Pero el autor no olvida tampoco a un sabio llamado Cervera que es posible que inventara la radio. Y, ya puestos a innovar, nada como lo de aquel señor cura de Segorbe (Castellón) que hacía música electrónica mientras Franco andaba por ahí bajo palio.

Historias del cannabis

José Antonio Ramos Atance

Los Libros de la Catarata

ISBN: 978-84-9097-080-5

112 páginas

Las propiedades medicinales de los cannabinoides han sido aprovechadas en culturas ancestrales, pero eran desconocidas por la medicina occidental hasta hace relativamente poco. Fue en el siglo XIX cuando un médico de la Compañía Británica de las Indias Orientales demostró el fundamento fisiológico de los usos que daban para el tratamiento de la bronquitis, la disentería, el cólera y el asma. El catedrático José Antonio Ramos narra en este libro anécdotas relacionadas con sus investigaciones sobre sus efectos en el organismo, y muestra la evolución del conocimiento de sus aplicaciones médicas.

Inventos y descubrimientos

La silla eléctrica, el invento que nació de una rivalidad comercial

Por Jaime Andreani

La silla eléctrica se inventó a finales del siglo XIX y su desarrollo se debió a la rivalidad entre las empresas eléctricas de Edison y Westinghouse. Se implantó como método de ejecución en Estados Unidos para intentar dar una muerte más *digna* que la horca a los reos. La electrocución generó controversia entre la sociedad estadounidense desde el inicio, pero se mantuvo activa durante 120 años. Desde los años 50 del siglo XX, la silla eléctrica ha ido cayendo en desuso, y en muchos estados se ha prohibido su uso como método de ejecución. Desde 2010 no se ha ejecutado a ningún reo con este método.

En la década de los años 80 del siglo XIX, algunos gobiernos estatales de Estados Unidos decidieron buscar un método alternativo para dar una muerte más *digna* a los condenados a la pena capital. La horca empezó a considerarse un método que hacía sufrir mucho al reo. Al mismo tiempo que se buscaba este nuevo método de ejecución, Thomas Edison estaba desarrollando su compañía eléctrica con el uso de la corriente continua, mientras que George Westinghouse desarrollaba la suya con la corriente alterna inventada por Nicola Tesla.

Llegó a oídos de Edison que un dentista de la ciudad de Buffalo, en el estado de Nueva York, había presenciado cómo un trabajador de la compañía de Westinghouse se había electrocutado al manipular un generador. Este hecho, junto a que Edison conoció a un electricista y vendedor ambulante llamado Harold Brown, que se dedicaba a electrocutar animales como espectáculo, hizo que decidiera contratar a este último para que desarrollara la silla eléctrica y empleara en ella corriente alterna.

Su intención, al ponerle como condición el uso de corriente alterna, era tachar al producto de la competencia de algo peligroso y poco seguro que podía causar la muerte, y así conseguir el suministro de corriente continua de su empresa para los hogares estadounidenses. La publicidad de este nuevo invento con la corriente alterna como fuente empezó a desarrollarse rápidamente con convocatorias a la prensa en las que se electrocutaban animales como perros y gatos.

En esos encuentros con los periodistas también llegó a ejecutarse a un elefante. El pobre paquidermo fue sentenciado a morir tras haber matado a tres de sus cuidadores del circo, que seguramente lo habían maltratado previamente durante años.

El desarrollo de la silla eléctrica y su posible merma del sufrimiento del condenado a muerte hizo que el gobernador del estado de Nueva York, el

demócrata David Hill, firmara en el año 1889 el decreto que establecía que, en el territorio bajo su jurisdicción, este artefacto sustituyera como método de ejecución a la horca.

La primera ejecución

El 26 de agosto de 1890, se realizó la primera ejecución por medio de la silla eléctrica. El preso ajusticiado fue William Kemmler, condenado a muerte por haber matado a su amante con un hacha. El reo fue atado a la silla y se le pusieron dos electrodos: uno en la cabeza y otro en la pierna. La descarga eléctrica fue de 2.000 voltios, y con ella se pretendía que el reo quedase inconsciente. Poco después se le dio una segunda descarga, de menor voltaje para evitar que el cuerpo se quemara, que le produjo la muerte.

Las crónicas de la época comentaron que tras la primera descarga se tardó un minuto en realizar la segunda porque era el tiempo necesario para que se recargara el generador. Durante ese lapso de tiempo los periodistas indicaron que se escuchó gemir a William Kemmler y que se podía oler cómo se había quemado su piel. “Hubiese sido más humano el ahorcamiento”, concluían.

A pesar de todas las críticas recibidas por la aplicación de la electrocución, inmediatamente casi todos los estados designaron la silla eléctrica como método de ejecución, convirtiéndose en la manera de ajusticiar condenados a muerte en Estados Unidos entre 1890 y los años 50 del siglo XX. A partir de entonces empezó a caer en desuso y se sustituyó en primera instancia por la cámara de gas y posteriormente por la inyección letal.

El emperador de Abisinia, Melenik II, quedó tan impresionado tras la primera ejecución que compró tres sillas eléctricas para su país sin tener en cuenta el detalle de que allí no había electricidad, por lo que terminó usándolas como tronos imperiales.

La caída en desuso

La silla eléctrica tuvo su apogeo en julio de 1929 cuando en el estado de Kentucky se realizó la electrocución de siete reos al mismo tiempo. Las críticas a este método de ejecución siempre existieron y en todo momento hubo voces en la sociedad estadounidense que exigieron su eliminación.

Empezó a entrar en desuso tras el ajusticiamiento del reo Willie Francis, que conmocionó a la sociedad estadounidense. La silla eléctrica había sido mal montada, al parecer porque el empleado que realizó la instalación lo hizo en estado de embriaguez. Este montaje defectuoso tuvo como consecuencia que Willie Francis gritara durante la electrocución: “¡Paren, déjenme respirar!”. Lo cual daba a entender que este método de ejecución distaba mucho de ser tan humano como se decía y se parecía más a una forma de tortura.

Desde ese momento ningún estado adoptó la silla eléctrica como método de ejecución y se fue sustituyendo por la cámara de gas en algunos, y en otros por la inyección letal. La suspensión de la pena de muerte en todo Estados Unidos

entre 1966 y 1976 fue la causa definitiva de que la silla eléctrica desapareciera de la mayoría de los estados y quedara como una alternativa a elegir por el reo en Florida, Alabama, Carolina del Sur, Tennessee y Virginia.

Así, el Tribunal Supremo de Nebraska declaró en 1997 que la electrocución “inflige intenso dolor y sufrimiento agonizante”. En 2002, Nebraska era el único estado que tenía como única alternativa para ejecutar presos la silla eléctrica. El último reo ejecutado con este método fue Paul Povell, en el estado de Virginia, en 2010.

La historia de la silla eléctrica, en cifras

En los 120 años en los que se ha ejecutado por medio de la silla eléctrica han sido ajusticiados 4.461 presos, de los cuales 27 eran mujeres. El preso más joven ejecutado en la silla eléctrica fue George Stinney, electrocutado a la edad de 14 años en 1944. El estado que más presos ha ajusticiado por este método es Nueva York, con 685, y el que menos Dakota del Sur, con uno.

Grandes nombres

Edward Lorenz, padre de la teoría del caos y del efecto mariposa

Por Refugio Martínez

La teoría del caos nos enseñó a mirar el mundo desde otra perspectiva, le dio a la ciencia una lección de humildad y descubrió la incertidumbre como parte inevitable de la realidad. Una realidad en donde lo predeterminado no existe y donde el orden y el caos son consecuencia el uno del otro. En la Naturaleza esto ha sido así, hasta que llegó el hombre para desestabilizar el sistema. Irónicamente, ahora podemos usar esa misma teoría para predecir cuánto tiempo nos queda...

Adiós a la Ley de Causa y Efecto

Si todos los acontecimientos se desarrollasen gobernados por el principio de acción–reacción, la vida sería predecible, pero la realidad no es así: algo aparentemente insignificante puede cambiar el devenir de los acontecimientos, el aleteo de una mariposa en Brasil puede provocar un tornado en Texas. Esto ocurre de este modo porque el mundo no funciona como un reloj, de forma programada y cronometrada, la realidad no se puede controlar, ni predecir conforme a las leyes tradicionales de la ciencia. Y es que, a veces, hay margen para el azar.

La teoría del caos, sin embargo, ofrece una explicación para la mayoría de los fenómenos naturales, desde el origen del Universo a la propagación de un incendio o la velocidad con la que llegará un tornado. Y lo más interesante: es capaz de predecir la evolución lógica de sistemas complejos, como la economía, la sociedad o un ecosistema. Entonces, ¿por qué lleva la humanidad tantos siglos sumida en el engaño del orden?

El problema parte del concepto clásico de ciencia. Las leyes de gravitación de Newton supusieron un hito científico que impuso el orden y el determinismo: todo debía suceder según los patrones establecidos, es decir, según los procesos inevitables de causa y efecto. En este contexto, las investigaciones de fenómenos naturales se limitaban a sistemas simples y lineales que encajaban en estos patrones predeterminados, como la altura de las mareas, las fases de la Luna o la predicción de un eclipse. Pero, ¿qué pasaba con los sistemas que no encajaban con ese patrón, como es el caso de los sistemas complejos?

“Un sistema lineal es aquel en el que, al multiplicar por dos, se duplica el producto y, si lo multiplicas por cuatro, se cuadruplica. Es decir, es un sistema relativamente simple donde las consecuencias son proporcionales a las causas”, explica Ignacio García de la Rosa, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias. Pero la teoría del caos vino a descubriarnos que esos sistemas son minoritarios y que la Naturaleza no funciona de esta manera.

“En la Naturaleza, un pequeño fósforo puede causar un incendio, y el doble de cerillas puede provocar un incendio menor. Es decir, las causas no están relacionadas directamente con las consecuencias. Por lo tanto, una pequeña perturbación en las causas puede generar unas consecuencias inesperadas”, afirma García de la Rosa.

En los supuestos en los que los físicos se dedicaban a descomponer sistemas complejos lo hacían corrigiendo lo que no cuadraba con la esperanza de que las pequeñas oscilaciones no afectaran al resultado. Por lo tanto, esas variaciones azarosas se obviaron, no porque no fueran importantes, sino porque desmontaban toda la estructura en la que se había fundamentado la ciencia, hasta que el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Lorenz se hizo con un ordenador.

Cómo un café supuso un punto de inflexión para la ciencia

En 1960, Edward Lorenz dio, sin proponérselo, un paso de gigante hacia la teoría del caos. Entusiasta del tiempo, se dedicaba a estudiar las leyes atmosféricas y a realizar simulaciones a partir de sus parámetros más elementales. Un día, Lorenz decidió repetir una parte de su modelo climático y detuvo la simulación. Cuidadosamente, volvió a poner todas las variables en el estado en que se encontraban justo antes del periodo que quería repetir y se fue a por un café.

Al regresar, descubrió que el modelo estaba haciendo algo completamente distinto a lo que había hecho antes. El resultado le conmocionó. Lorenz examinó sus números y descubrió que el problema se hallaba en los decimales; el ordenador guardaba seis, pero para ahorrar espacio él solo introdujo tres, convencido de que el resultado apenas se resentiría.

La diferencia era muy ligera al principio pero iba aumentando de forma gradual hasta que, al cabo de pocos meses —ficticios—, las pautas perdían la semejanza por completo. En su artículo *Deterministic nonperiodic flow* (Flujo determinista no periódico), de 1963, explicaba que “los sistemas complejos, como el clima, muestran una sensible dependencia de las condiciones iniciales. Una modificación mínima en una variable puede cambiar el resultado final de un modo completamente imprevisible”.

Lorenz popularizó la idea empleando la expresión “efecto mariposa”. El hecho de que una mariposa batiera sus alas en Brasil podría ser decisivo para la formación de un tornado en Texas. En este sentido, John Higgs puntualiza, en su libro *Historia alternativa del siglo XX*, que “el ‘efecto mariposa’ no implica que cada vez que un insecto bate las alas se produzcan tornados. Las circunstancias que posibilitan la formación de un tornado tienen que darse. Lo importante del ‘efecto mariposa’ es que la cuestión de que un potencial tornado se produzca o no puede depender de un cambio mínimo y aparentemente irrelevante en el sistema”.

Los descubrimientos de Lorenz abrieron la caja de Pandora y sentaron las bases para un nuevo tipo de investigaciones que cambiaron la perspectiva de

la ciencia. Además, pusieron de manifiesto un hecho sorprendente: “Cuando uno observaba con atención lo que parecía ordenado, encontraba brotes de caos en sus límites. Y, sin embargo, cuando uno miraba en lo más profundo del caos, hallaba los ritmos y las pautas del orden”, revela en su libro John Higgs.

Una visión del mañana, sin esperanza de futuro

Si aplicamos la teoría del caos en sistemas complejos como el clima y la vida en la tierra, ¿a qué conclusiones podemos llegar? Las condiciones atmosféricas permiten la vida en el planeta porque detrás del caos existe un orden. Hasta ahora, nuestro ecosistema se ha retroalimentado para alcanzar la estabilidad. Ha funcionado de la siguiente manera: un cambio ligero en las condiciones iniciales hace que el sistema reaccione provocando un cambio en las condiciones finales. Esto supone que el sistema se equilibra a sí mismo como si fuera un ser vivo, y se produce el orden necesario para la subsistencia de las especies.

Llegados a este punto, es inevitable pensar en el calentamiento global o en el deshielo de los polos. “Para que la vida en la tierra esté en peligro, haría falta un cambio brusco y enorme en las condiciones iniciales que impida al sistema autoequilibrarse”, explica Fernando Belda, director de Producción e Infraestructuras de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet). “La pregunta sería la siguiente: ¿cuál es la influencia del ser humano en esa variabilidad natural del clima que pueda provocar un no retorno?”.

“No hay que ser categórico, porque todo depende de las decisiones medioambientales que vayamos tomando ya”, afirma Belda. “Nuestra misión es desarrollar los modelos meteorológicos y climatológicos con condiciones iniciales lo más rigurosas posibles que nos faciliten escenarios con los que dar resultados con la menor incertidumbre, para que quien tome las decisiones pueda hacerlo, desde el punto de vista medioambiental, en las condiciones óptimas”.

El quid de la cuestión no se centra en cómo el hombre ha sido capaz de influir en la Naturaleza para provocar un cambio climático, ya que es una realidad innegable, sino “en la velocidad en la que se va a producir ese cambio y en nuestra capacidad de adaptación al cambio”, advierte Belda, porque de eso dependerá nuestra supervivencia.

A pesar de toda la incertidumbre que ha sembrado esta teoría, lo que nos queda claro es que el futuro no está escrito, depende de nuestros actos, de nuestras omisiones y del azar. “Caminante no hay camino, se hace camino al andar”, y con cada paso que das, determinas lo que ocurrirá.

Más allá

Experiencias cercanas a la muerte

Asomarse al otro mundo

Por Ignacio Santa María

¿Hay algo después de la muerte? Pocas preguntas hay tan importantes para el ser humano como esta. Pero nadie vuelve de la muerte para dar una respuesta, así que *el otro mundo*, en caso de existir, continúa siendo un misterio. Sin embargo, hay quienes han estado tan cerca de morir que han llegado a asomarse durante algunos instantes al otro lado. Se cuentan por miles los que han sufrido una experiencia de este tipo y la han contado. Durante años, el psiquiatra José Miguel Gaona ha estudiado en profundidad estos fenómenos. Él nos guía en este viaje a la frontera entre la vida y la muerte.

Rocío tuvo que ser operada de urgencia a causa de un embarazo ectópico que derivó en una infección. Ni siquiera dio tiempo a que le hiciera efecto la anestesia. En un determinado momento de la operación sufrió una experiencia cercana a la muerte (ECM). Ella lo recuerda así: “Noté que me salía de mi cuerpo. Me sentía liviana, libre de dolor e increíblemente bien. Desde el techo podía ver a los doctores corriendo de un lado a otro diciendo: ‘¡Se nos va!’. No sé cuánto tiempo pasó porque me pareció que tan solo fue un instante”.

Tras describir su experiencia de desconexión de su propio cuerpo, su testimonio entra en una fase todavía más sorprendente: “Había como sombras o siluetas de gente, pero solo se veían de cintura para arriba, y una luz intensamente blanca, pero que no cegaba, sino que atraía y transmitía paz. Súbitamente escuché una voz de hombre que me decía: ‘Todavía no es tu tiempo’. Pero todo sucedía sin hablar, como si fuera una comunicación del pensamiento. Le contesté: ‘¡Me siento muy a gusto, no me duele nada, quiero quedarme!’. Él, a su vez, me dice: ‘¿Y tus hijos?’”. En ese momento despierto ya en mi cuerpo”.

El testimonio de Rocío, recogido por el psiquiatra José Miguel Gaona, reúne casi todos los elementos que se repiten en muchas ECM: salida del cuerpo, entrada en un lugar fuera de este mundo, paso por un túnel hacia un lugar muy luminoso, encuentros con seres y fenómenos auditivos. Lo que resulta llamativo es que estas mismas vivencias se repiten en miles de casos desde hace siglos entre personas con circunstancias históricas, socioeconómicas, culturales y religiosas muy diferentes.

En 1918, Ernest Hemingway sufrió una experiencia extracorpórea cuando cayó fulminado por una ráfaga de ametralladora durante una batalla de la Primera Guerra Mundial. Años después la reflejó en la novela *Adiós a las armas* poniéndola en boca de su protagonista Frederick Henry: “Sentía que mi cuerpo salía impetuosamente fuera de mí, fuera, fuera... Y todo el tiempo mi cuerpo flotaba en el viento. Me iba velozmente, todo mi ser se iba y supe que estaba

muerto y que, al mismo, me equivocaba al pensar que acababa de morir. Luego flotaba y en lugar de volver en mí, sentí como si me deslizara hacia atrás. Por fin, respiré hondamente y regresé a la vida”.

Desde hace algunos años, las ECM están siendo objeto de estudio científico por parte de una serie de investigadores en todo el mundo. Uno de los más activos es el citado doctor Gaona, director del Proyecto Túnel, una red internacional de expertos en la materia, y autor de dos ensayos sobre este tema: *Al otro lado del túnel* y *El límite* (ambos en La Esfera de los Libros). A él le preguntamos cuántos casos de ECM han sido convenientemente registrados y estudiados hasta la fecha. “Se pueden contar por miles –responde–. Por ejemplo, en Proyecto Túnel tenemos constancia de más de 10.000 casos, de los que aproximadamente un 10 por ciento incluye una experiencia relevante”.

Tres intentos de explicación

El hecho de que individuos con circunstancias muy diferentes hayan tenido vivencias tan similares cuando han estado tan cerca de la muerte no tiene una explicación científica concluyente. Hay hipótesis de todo tipo, pero Gaona las resume en tres grupos: “Una explicación podría basarse en la similitud neurológica entre los seres humanos. Al compartir las mismas estructuras, resultaría lógico esperar los mismos resultados”.

“Un segundo planteamiento –prosigue Gaona– es que, quizás, algunas etapas obedezcan a unas causas mejor identificadas, por ejemplo, la sensación de bienestar absoluto estaría producida por las endorfinas (que actúan como mecanismo de defensa en situaciones de extremo dolor), mientras que otras fases tengan otra causa de distinto origen”.

Sin embargo, existe una tercera hipótesis, la que más credibilidad le da a estas experiencias, que, según el director del Proyecto Túnel, es “compartida por muchas personas”. Según esta tercera corriente, las ECM serían producto literal de la propia experiencia y no un mero artificio del sistema nervioso. “Es decir, todo se encontraría contenido en ese desprendimiento de la consciencia que abandona nuestro cuerpo”, aclara este psiquiatra.

Esta tercera postura se apoya en que, según la mayoría de los testimonios recogidos, estas vivencias no eran de tipo onírico, como son los sueños o las alucinaciones, sino incluso más vívidas y nítidas que la percepción normal de la realidad cotidiana a través de los sentidos.

En este punto es especialmente significativo el hecho de que personas con ceguera total hayan experimentado percepciones visuales durante las ECM. Así lo refiere Gaona: “Llama la atención que tres cuartas partes de los invidentes que han vivido ECM hayan sido capaces de recordar experiencias visuales. Aún más llamativo es que, en algunos casos, dichas personas eran invidentes desde el nacimiento por atrofia del nervio óptico”.

El psiquiatra continúa: “En tal situación se encontraba, por ejemplo, Vicki Umipeg, estudiada por el Dr. Kenneth Ring, que, durante su estancia en la sala

de urgencias de un hospital, tuvo una experiencia extracorpórea, llegando a ver la habitación desde el techo de la misma. Posteriormente, llegó a describir paisajes repletos de detalles visuales; incluso llegó a encontrarse con compañeros de la escuela que ya habían fallecido”.

De hecho, la dificultad de explicar las ECM por parte de sus protagonistas obedece no tanto a que sus vivencias hayan sido borrosas o ambiguas, como a su incapacidad para traducir en palabras lo que han visto y oído, es decir, su inefabilidad.

Esta dificultad de traducir al lenguaje humano las percepciones de quienes han sufrido una ECM es uno de los caballos de batalla de los investigadores de este fenómeno, que han tenido que apoyarse en modelos reglados para evaluar los testimonios con la mayor objetividad posible. “Finalmente, el profesor Bruce Greyson estableció, hace ya unos pocos años, una herramienta en forma de cuestionario que se ha vuelto universal, y en cuya validación al castellano he trabajado junto a la Universidad de Texas”, explica el autor de *Al otro lado del túnel* y *El límite*.

Muerte y resurrección

Una de las preguntas más apasionantes sobre las ECM es si quienes las sufren están, en ese momento, vivos o muertos. La respuesta que nos ofrece el doctor Gaona es muy sorprendente: “El cardiólogo holandés Pim van Lommel afirma que muchas personas han vivido ECM mientras mostraban una línea plana en su electroencefalograma, lo que denota la ausencia de actividad cerebral. De ser cierto, sería toda una revolución científica, social y religiosa”. En efecto, de ser verdad, estaríamos hablando de personas con muerte cerebral que han vuelto a la vida.

Todo esto nos lleva a plantearnos una serie de preguntas: ¿Existe el alma o una consciencia fuera del cuerpo? ¿Hay vida después de la muerte? ¿Es posible regresar al mundo de los vivos? Sobre todos estos interrogantes planea la cuestión de las creencias religiosas. Por eso, no es extraño cuestionarse si las ECM afectan por igual a personas creyentes, agnósticas o ateas.

“Existen diversos estudios que muestran una nula diferencia entre creyentes, ateos o agnósticos; se presentan por igual”, sentencia Gaona, quien, no obstante, reconoce que el entorno religioso o cultural sí que influye a la hora de interpretar determinados estímulos: “Por ejemplo, aquellas personas que vean a un ‘ser de luz’ interpretarán, a su vuelta, un encuentro con Jesucristo, Buda u otra deidad espiritual”.

Por último, nos preguntamos si una ECM cambia el modo de vivir de quien la sufre. El director del Proyecto Túnel responde sin dudar: “El cambio suele ser profundo, brusco e intensamente espiritual, de manera que se alteran las escalas de valores, relegando lo material a un segundo plano. Más que perder el miedo a la muerte, se pierde el miedo a vivir”, concluye Gaona.

HASTA EL PRÓXIMO NÚMERO...

Aquí termina este número de *Universo*. Ya estamos preparando el siguiente, en el que te pondremos al día de la actualidad científica y paracientífica. Y ya sabes que puedes proponernos temas que sean de tu interés, así como enviarnos tus comentarios, dudas y sugerencias.

Puedes escribirnos:

-A través de correo electrónico a la dirección: publicaciones@servimedia.es

-En tinta o en braille, a la siguiente dirección postal:

Revista UNIVERSO
Servimedia
C/ Almansa, 66
28039 Madrid