

# Universo

**N.º 144**

**20 de octubre de 2022 a 20 de noviembre**

## SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
  - Breves
- **En profundidad**
  - Los últimos descubrimientos del rover Perseverance en Marte
- **En desarrollo**
  - La sexta generación de conectividad móvil ya tiene fecha
- **De cerca**
  - Entrevista a la viróloga Ana Fernández-Sesma: “El cambio climático y la invasión de zonas salvajes pueden hacer saltar la chispa de una nueva pandemia”
- **Grandes nombres**
  - Nikola Tesla. ¡Hágase la luz!
- **Libros**
- **Efemérides**
  - La predicción matemática del tiempo cumple 100 años

## Presentación

Más de un año lleva recorriendo el suelo marciano el r6ver Perseverance, enviado por la NASA. Esta especie de veh6culo todoterreno ha estado recogiendo muestras del cr6ter Jezero situado en el hemisferio norte del planeta para analizar si hubo vida en el planeta rojo. En este n6mero de *Universo*, ofrecemos un resumen de los primeros resultados publicados en las revistas *Science* y *Science Advances*.

Seg6n el 6G Wireless Summit que se celebr6 en Finlandia en 2019, a finales de esta d6cada algunos pa6ses asi6ticos, como China o Corea del Sur, ya tendr6n implantada la tecnolog6a 6G. Este salto evolutivo en las generaciones de redes inal6bricas puede suponer la puerta hacia un futuro que, hace poco m6s de un siglo, era tan solo ciencia ficci6n.

Se acerca el invierno y, con el fro, regresar6n las gripes, las infecciones respiratorias y los coronavirus. Es pues buen momento de recordar lo aprendido durante la pandemia y, sobre todo, de prevenir antes que curar. De todo esto hablar6 en una entrevista la catedr6tica y vir6loga Ana Fern6ndez-Sesma, quien, tras 31 a6os trabajando en EE. UU., se ha convertido en toda una eminencia en la materia.

Tambi6n, nos acercaremos a la figura del f6sico exc6ntrico, inventor incansable, ide6logo controvertido, comprometido visionario y siempre genio: Nikola Tesla. Un hombre al que le debemos, entre otros muchos inventos, la corriente alterna, la radio, la rob6tica, las energ6as alternativas o la transmisi6n inal6brica de electricidad.

Y, para terminar, recuperamos la secci6n de *Efem6rides* con un interesante art6culo que explica c6mo fueron las primeras predicciones meteorol6gicas y c6mo han evolucionado los modelos matem6ticos en que se reg6an hasta los modernos sistemas inform6ticos de nuestros d6as.

## Actualidad científica

### Breves

#### **Descubren al dinosaurio más antiguo**

Un equipo de paleontólogos internacionales dirigido por la Universidad Tecnológica de Virginia (EE. UU.) ha descubierto al dinosaurio más antiguo del continente africano. El nuevo estudio ha sido publicado por la revista *Nature*, y los expertos lo han bautizado como *Mbiresaurus raathi*. Fue encontrado casi intacto durante dos excavaciones entre los años 2017 y 2019 en Zimbabue.

El nombre hace referencia a Mbire, el distrito en el que se descubrieron los restos de la criatura, y rinde homenaje al paleontólogo Michael Raath, quien publicó por primera vez estudios sobre fósiles de la zona.

Según palabras de Christopher Griffin, de la Universidad de Yale (EE. UU.), uno de los miembros del equipo científico, “estos son los dinosaurios definitivos más antiguos que se conocen en África, aproximadamente equivalentes en edad a los dinosaurios más antiguos encontrados en cualquier parte del mundo”.

Se trata de un dinosaurio de cuello largo, que se sostenía sobre dos patas, medía entre 1 y 1,5 metros y tenía una cabeza pequeña. Los expertos estiman que vivió durante el Triásico superior, hace unos 230 millones de años.

La inesperada aparición ha sorprendido gratamente al equipo de investigadores que no esperaba encontrar un esqueleto en tan buenas condiciones. Los expertos confían en que este gran e inesperado hallazgo sirva de ayuda para próximas investigaciones sobre la migración de los primeros dinosaurios.

Por otra parte, el equipo de investigación ha descubierto otros fósiles junto con el nuevo esqueleto de dinosaurio, como antiguos reptiles conocidos como rincosaurios y, además, nuevos ancestros de mamíferos y cocodrilos, como cinodontos y etosaurios, respectivamente.

#### **Predicen la colisión de dos agujeros negros**

En febrero de 2022, hace apenas unos meses, un grupo de astrónomos encontró dos agujeros negros masivos cercanos a la Tierra. Concretamente, a unas 2.000 veces la distancia entre la Tierra y el Sol. Eso, en términos astronómicos, se considera bastante cerca. Lo que no sabían entonces es que ambos agujeros negros se estaban acercando de forma peligrosa el uno al otro, tanto, que se espera una colisión entre ambos.

Este par de agujeros negros se encuentran en una galaxia a 9.000 millones de años luz de distancia. Giran alrededor de un centro común, completando una vuelta en un tiempo aproximadamente igual a dos años terrestres. Cada agujero negro supermasivo contiene cientos de millones de masas solares.

La galaxia SDSS J1430+2303, en la constelación de Bootes, tiene un centro con oscilaciones de luz que se ha ido acelerando con el paso del tiempo. Ahora, según un artículo publicado por un equipo de astrónomos dirigido por Ning Jiang, de la Universidad de Ciencia y Tecnología de China, en un periodo de tres años, estas oscilaciones han pasado de durar un año a acortarse hasta un mes.

De confirmarse este hecho, la colisión sería inminente en términos cósmicos, apuntando que sucederá en los próximos tres años y nos daría la posibilidad de ver cómo sucede este evento por primera vez.

Así que los científicos se frotan las manos ante lo que podría ser uno de los eventos más esperados de la astronomía moderna. Pero ¿qué sucedería exactamente en la colisión? En realidad, es todo un misterio, aunque los astrónomos creen que se fundirá en un agujero negro todavía más grande creando una explosión de luz que nos ayudará a entender cómo se forman estos fenómenos.

Es probable que podamos observar el primer evento de coalescencia de un agujero negro binario supermasivo en la historia de la humanidad.

### **El estudio de una medusa inmortal abre la puerta a la lucha contra el envejecimiento**

Investigadores de la Universidad de Oviedo han descifrado el genoma de la medusa inmortal *Turritopsis dohrnii* (*T. dohrnii*) y han definido diversas claves genómicas que contribuyen a extender su longevidad hasta el punto de evitar su muerte.

La diminuta medusa objeto de estudio, de tan solo unos pocos milímetros de longitud, tiene la capacidad de revertir la dirección de su ciclo vital hacia un estadio anterior asexual llamado *pólipo*. La inmensa mayoría de los seres vivos, tras la etapa reproductiva, avanzan en un proceso característico de envejecimiento celular y tisular que culmina con la muerte del organismo. Sin embargo, la *T. dohrnii* tiene la facultad de escoger otro camino: revertir su ciclo vital y rejuvenecer.

La secuenciación del genoma de la *Turritopsis dohrnii*, junto con el de su hermana mortal *Turritopsis rubra*, y el uso de herramientas bioinformáticas y de genómica comparativa han permitido a los investigadores identificar genes amplificados o con variantes diferenciales característicos de la medusa inmortal. Estos genes están asociados con la replicación y la reparación del ADN, el mantenimiento de los telómeros, la renovación de la población de células madre, la comunicación intercelular y la reducción del ambiente celular oxidativo.

Todos ellos afectan a procesos que, en humanos, se han asociado con la longevidad y el envejecimiento saludable. Además, el estudio exhaustivo de los cambios en la expresión génica durante el proceso de rejuvenecimiento en esta medusa inmortal ha permitido descubrir señales de silenciamiento de genes mediadas por la denominada ruta Polycomb y el aumento de la expresión de genes relacionados con la vía de pluripotencia celular.

Ambos procesos son necesarios para que células especializadas puedan desdiferenciarse y ser capaces de convertirse en cualquier tipo de célula, formando así el nuevo organismo. Estos resultados sugieren que estas dos rutas bioquímicas son mediadoras fundamentales del rejuvenecimiento cíclico de esta medusa.

María Pascual-Torner, investigadora posdoctoral del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Oviedo y primera autora del artículo junto con Dido Carrero, señala que “más que existir una clave única de rejuvenecimiento e inmortalidad, los diversos mecanismos encontrados en nuestro trabajo actuarían de forma sinérgica como un todo, orquestando así el proceso para asegurar el éxito de rejuvenecimiento de la medusa inmortal”.

Por su parte, Carlos López-Otín, catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la universidad asturiana, indica que “este trabajo no persigue la búsqueda de estrategias para lograr los sueños de inmortalidad humana que algunos anuncian, sino mejores respuestas frente a las numerosas enfermedades asociadas al envejecimiento que hoy nos abruman”.

El estudio se ha publicado en la revista americana *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

### **Nuestros antepasados de hace 7 millones de años ya caminaban erguidos**

Hace siete millones de años, en la Tierra vivía un homínido al que llamaron *Sahelanthropus tchadensis*. Se trataría del miembro más anciano conocido del linaje de los homínidos, la rama evolutiva que va desde el ancestro común de los humanos y los chimpancés hasta los humanos modernos. Es decir, nuestro antepasado más antiguo.

Ahora, un nuevo estudio publicado en la revista *Nature* parece indicar que estos antepasados ya caminaban sobre sus dos piernas. Los huesos de este homínido fueron hallados hace más de 20 años en el Chad, pero en 2002 solo se analizaron uno de los huesos principales encontrados, el cráneo. Los científicos apodaron a quien habría sido el dueño de los restos óseos Toumaï, que significa "esperanza de vida" en una de las lenguas chadianas.

Cuando se publicó en 2002 un primer estudio sobre el cráneo, los científicos liderados por el paleoantropólogo Michel Brunet, de la Universidad de Poitiers, en Francia, señalaron que, a pesar del pequeño tamaño de su cerebro, similar al de un chimpancé, Toumaï poseía otras características de homínidos posteriores, como los dientes y la cara. También señalaron que la orientación del orificio en la base del cráneo de Toumaï parecía indicar que caminaba erguido.

El nuevo estudio se basa en restos de extremidades, incluyendo un fémur (hueso del muslo) izquierdo parcial y dos cúbitos izquierdo y derecho (el cúbito, o ulna, es uno de los dos huesos del antebrazo, junto con el radio, que se forman entre el codo y la muñeca).

El estudio de las extremidades se ralentizó considerablemente por diversas razones; entre ellas, la prioridad dada a la investigación sobre el terreno de otros restos poscraneales y otros trabajos, así como la dificultad de analizar este material fragmentario que requiere conocimientos adicionales. Relanzado en 2017, ha tardado cinco años en completarse.

El fósil más antiguo de un homínido bípedo que se había descrito hasta ahora era el del *Orrorin tugenensis*, que fue hallado en Kenia y tiene una antigüedad de seis millones de años. Pero, el *Sahelanthropus tchadensis* le “robaría” este primer puesto.

¿Por qué creen que caminaba erguido este homínido? Por los rasgos del fémur y de los cúbitos hallados. El científico español Pablo Peláez-Campomanes es investigador del Museo de Ciencias Naturales de Madrid y fue uno de los autores del estudio sobre el cráneo de Toumaï en 2002.

"El fragmento de fémur que tienen presenta una serie de características morfológicas —como la sección del hueso, el grosor de la capa cortical del hueso y la forma de las diferentes inserciones musculares— que, al compararlas con las de otras especies con distintas locomociones, hacen que lo más probable y parsimonioso sea interpretar como bípeda a esta especie", explicó el científico a *BBC Mundo*.

En cuanto a la ulna, esta no presenta características bípedas. El estudio infiere, también según diferentes caracteres morfológicos (curvatura, inserciones, etc.), que, probablemente, pertenecía a una especie con brazos adaptados a una vida con un componente arbóreo importante.

Por tanto, el conjunto de los dos huesos, unidos a estudios previos del cráneo, indicaría que era una especie bípeda que retuvo adaptaciones osteológicas relacionadas con comportamientos arbóreos. El *Sahelanthropus* habría podido, entonces, tanto caminar en sus dos piernas cuando estaba en el suelo como trepar fácilmente a los árboles.

## En profundidad

# Los últimos descubrimientos del rover Perseverance en Marte

Por Refugio Martínez

Hace más de un año que el rover Perseverance aterrizó en el cráter Jezero del planeta rojo con la esperanza de obtener muestras que arrojasen luz sobre el planeta y que nos ayudasen a saber si existió vida en Marte. Tras más de 12 meses de expedición marciana, ha llegado el momento de hacer recuento sobre cómo está resultando la misión. ¿Se están cumpliendo las expectativas de la NASA? ¿Qué se ha descubierto gracias al Perseverance? ¿Existió la vida marciana? ¿Podremos en un futuro habitar el planeta?

¿Qué tiene Marte que tanto nos fascina? Con mucho, es el planeta del sistema solar al que más referencias hacemos. Los extraterrestres también se llaman marcianos, tenemos *Crónicas marcianas* y son ya varias las incursiones al planeta rojo; de hecho, el Perseverance es el cuarto robot de una saga que comenzó con Spirit y siguió con Opportunity y Curiosity. Incluso el ambicioso proyecto de Artemis I incluye, entre sus objetivos finales, el viaje a Marte.

## Marte y la Tierra

Muchos son los atractivos del planeta rojo pero, seguramente, lo que llama tanto la atención es la sospecha de que, en algún momento de su evolución, pudo existir más de una forma de vida y, sobre todo, que en algún momento de su futuro pueda albergar la vida humana. Su tamaño, su formación geológica y su gravedad hacen de Marte el planeta más viable para ser colonizado en un futuro.

Esto es así porque, aunque ahora es gélido y desierto, hubo un tiempo en que fue de un intenso color azul. Hace 3.500 millones de años, cuando en la Tierra ya existía forma de vida microbiana, Marte era parecido a nuestro planeta, había una atmósfera densa como la de aquí, había gravedad, había océanos, ríos y lagos que le dieron el color azul y la posibilidad de que surgiera la vida.

Sin embargo, mientras que en nuestro planeta la naturaleza se habría pasado y las formas de vida evolucionaron hacia seres más complejos, algo pasó en Marte que lo transformó en un lugar inhabitable.

Dos de las diferencias sustanciales entre ambos planetas del sistema solar son su tamaño y la distancia del Sol, factores que, sin duda, influyeron en el precoz envejecimiento del planeta marciano. Así, mientras que Marte está a unos 227 millones de kilómetros del Sol, la Tierra se encuentra a tan solo 150 millones. Esta distancia adicional pudo ser la responsable de que Marte perdiera su atmósfera y, con ella, el agua líquida. Además, su menor tamaño también pudo contribuir a que el planeta se quedara sin campo magnético.

No obstante, dadas las características del planeta, algunos científicos no descartan la posibilidad de que la vida marciana surgiese en algún momento e, incluso, que haya sobrevivido alguna forma de vida. Ahora el Perseverance va a buscar rastros de ella.

### **Misión Perseverance**

El 18 de febrero de 2021 el cohete Atlas de la NASA, tras viajar por el espacio 200 días, aterrizó con éxito en Marte. En su interior portaba al robot de exploración Perseverance, del tamaño de un coche mediano que constituye el vehículo más completo que haya pisado la superficie de otro planeta.

El lugar elegido para el aterrizaje fue el cráter Jezero, situado en el hemisferio norte. Este emplazamiento tiene un enorme potencial astrobiológico porque por allí discurrió un río que fue llenando el cráter de agua hasta convertirlo en un gran lago.

Durante todo este tiempo, el vehículo robotizado ha estado haciendo fotografías y cogiendo muestras con la Supercam que utiliza una técnica llamada espectroscopía raman. Esta puntera tecnología con imágenes multiespectrales y visión fluorescente de rayos X realiza análisis *in situ* para conocer al detalle la composición y la estructura de los compuestos que extrae de la superficie marciana y determinar si en ellos existen restos fósiles.

“Más que un instrumento, esto es como un laboratorio que permite aplicar hasta seis técnicas diferentes de análisis, algo que nunca se había hecho antes”, explica Fernando Rull, físico de la Universidad de Valladolid y miembro del equipo científico de Supercam. Todas estas técnicas ayudarán a “conocer la historia geoquímica de los compuestos analizados y averiguar si tienen origen orgánico”, resalta Rull.

Tras más de un año de recorrido del robot de la NASA, las muestras más interesantes están siendo seleccionadas y depositadas en un envase metálico sobre el suelo de Marte a la espera de ser recogidas por futuras misiones espaciales que las enviarán a la tierra para ser analizadas en profundidad.

### **Formaciones ígneas**

A pesar de que aún habrá que esperar hasta 2033 para que las muestras sean enviadas a la Tierra, los científicos están entusiasmados con los datos que han podido extraer, porque les permiten empezar a entender la petrología y la distribución de las distintas capas que conforman la base del cráter marciano Jezero y, por ende, cómo se fue formando el planeta. Estas primeras impresiones acaban de ser publicadas en las revistas *Science* y en *Science Advances*.

Según explica David Shuster, de la Universidad de California, en Berkeley, y autor de uno de los artículos, la principal sorpresa que ha aportado los resultados de la Supercam es que las rocas recolectadas son exclusivamente ígneas. Una

buena noticia, sin duda, ya que, por sus características, las rocas ígneas son muy precisas a la hora de establecer cronologías.

Las muestras se tomaron en dos ubicaciones diferentes del cráter Jezero. Las primeras se extrajeron de una zona bautizada con el nombre de Séítah. Las investigaciones preliminares indican que las rocas parecen haberse formado bajo tierra y que se enfriaron después lentamente. Por supuesto, lo que sea que las cubriera se ha erosionado en los últimos 2.500 a 3.500 millones de años.

Según Shuster, los datos recopilados hasta ahora por Perseverance permiten dos escenarios diferentes para explicar su ubicación, “o la roca se enfrió bajo tierra y salió de la superficie de alguna manera, o hubo algo así como un lago de magma que llenó el cráter y se enfrió gradualmente”.

Por su parte, las muestras obtenidas por el rover en un segundo sitio, llamado Máaz, también son ígneas, aunque de enfriamiento más rápido. El dato curioso lo constituyen las capas, ya que, según muestran los datos, las rocas de Máaz se superponen a la capa de roca ígnea expuesta en Séítah, razón por la que los expertos creen que la roca Máaz podría haber sido la capa superior del lago de magma.

Los momentos precisos en que se formaron estas diversas capas solo se revelarán mediante análisis de laboratorio en la Tierra, ya que las herramientas de análisis geoquímico necesarias para la datación son demasiado grandes para ser colocadas a bordo del Perseverance.

Tanto las rocas de enfriamiento lento, en Séítah, como las de enfriamiento más rápido, en Máaz, mostraron un rasgo común: ambas han sido alteradas por el agua. “Existen evidencias de alteración acuosa en las rocas ígneas”, explica Shuster, quien reconoce que este hallazgo es de enorme importancia porque ayudará “a comprender las condiciones ambientales que podrían haber sustentado la vida en algún momento”.

Siguiendo esta misma línea de investigación, Kenneth Farley, profesor de geoquímica en el Instituto de Tecnología de California y autor principal de uno de los cuatro estudios publicados, confirma que la base del cráter está formada por rocas ígneas que fueron alteradas posteriormente por el agua. Estos descubrimientos son de enorme importancia porque pueden ayudar a esclarecer cuestiones como: “¿Cuándo fue el clima de Marte propicio para lagos y ríos en la superficie del planeta? ¿Y cuándo cambiaron a las condiciones frías y secas que vemos hoy?”.

### **De cara al futuro**

Además de buscar vida, el Perseverance es una avanzadilla robótica al eventual desembarco de astronautas en el planeta rojo. En este contexto, si se quiere que el hombre pise Marte, es de vital importancia tener un instrumento o mecanismo capaz de generar oxígeno en este lejano planeta.

A raíz de esta necesidad, se ha incluido en el rover Perseverance un instrumento con forma de caja que puede producir oxígeno con éxito a partir de la atmósfera rica en dióxido de carbono del planeta rojo. A este experimento se le ha llamado Moxie (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment) y ha sido desarrollado por ingenieros del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT).

Los resultados de Moxie son realmente esperanzadores. De momento, en uno de los estudios publicado en la revista *Science Advances*, los autores han indicado que la caja ha sido capaz de producir oxígeno en todas las condiciones a las que se le ha sometido, ya sea de día o de noche, ya sea en una estación marciana o en otra, y en cada uno de los experimentos el instrumento alcanzó su objetivo de producir seis gramos de oxígeno por hora. Más o menos, al mismo ritmo que un árbol pequeño en la Tierra.

Esto sin duda es un escalón que nos acerca un poco más a Marte y representa la primera demostración de la utilización de recursos *in situ*. Gracias a este instrumento "hemos aprendido una gran cantidad de cosas que servirán de base para futuros sistemas a mayor escala", afirma Michael Hecht, investigador principal de la misión Moxie en el Observatorio Haystack del MIT.

Ahora, el objetivo de los investigadores es enviar una versión ampliada de Moxie con más generadores para crear una atmósfera habitable para los futuros astronautas y para el cohete que los llevará de vuelta.

Además de esta caja "hacedora" de oxígeno, el vehículo espacial también lleva un radar capaz de penetrar en el subsuelo hasta 10 metros para buscar reservas de agua helada que, en un futuro, podría abastecer una pequeña colonia en Marte para beber, regar y producir metano.

Aunque los resultados hasta el momento están siendo muy ilustrativos y prometedores, es demasiado pronto para hacer cábalas descabelladas, porque la potencial colonización de Marte sigue siendo tan ciencia ficción como cuando Ray Bradbury escribió sus *Crónicas marcianas*.

## En desarrollo

# La sexta generación de conectividad móvil ya tiene fecha

Por Luan Reina

Ya le han puesto fecha al 6G. Cuando todavía no está asentada la tecnología 5G, algunos países, como China y Corea del Sur, han anunciado que, a finales de esta década, el 6G estará funcionando dentro de sus fronteras. Resulta evidente que, tener una G más, supone un avance en todo lo relacionado con la tecnología de redes inalámbricas, pero ¿qué puede suponer exactamente? ¿Qué ventajas aporta sobre la tecnología 5G? ¿Cómo será el futuro dentro de 10 años?

Parece de Perogrullo decir que el 6G, como su nombre indica, es la sexta generación de la conectividad móvil y que llegará para reemplazar el 5G, así como el 4G sucedió al 3G. Según esta sucesión matemática, el 6G solo sería un nuevo escalón; sin embargo, la sexta generación no va a ser un peldaño más, sino un verdadero salto evolutivo a la altura de lo que se espera en el ya bien entrado siglo XXI.

### **Velocidad y latencia en el 6G**

La seña de identidad de cada nueva generación ha sido la mejora en las condiciones de velocidad y latencia. Cuando, no hace tanto tiempo, hablábamos de la generación 5G, siempre se asociaba esta tecnología a las ventajas que aportaba tener una mayor velocidad en la transmisión de los datos aparejada a un menor tiempo de respuesta.

La mejora de estos valores –velocidad y latencia– nos ha permitido desarrollar la inteligencia artificial, materializar el internet de las cosas y multiplicar la conectividad. Pero ¿y si consiguiéramos mejorar, mucho, mucho más, esos valores? ¿Qué pasaría con las redes, la inteligencia artificial y la conectividad? ¿Cómo cambiaría nuestro mundo?

Con respecto al 5G, el 6G podrá multiplicar las tasas de transmisión y conseguir velocidades de hasta 1 terabit por segundo. Es decir, de la velocidad de 20 gigabytes del 5G, avanzaremos a 1 terabit en el 6G. Esto posibilitará el intercambio de datos instantáneos, lo que a su vez servirá para crear nuevos formatos multimedia e innovadoras tecnologías en el campo de las telecomunicaciones.

En cuanto a la latencia –que es el tiempo que tarda en transmitirse un paquete dentro de la red– está previsto que en esta sexta generación se optimice hasta quedarse reducida a una décima parte. Es decir, de la latencia de un milisegundo del 5G, se pasa a 0,1 milisegundos en el 6G. Eso generará transmisiones prácticamente en tiempo real, lo que puede ser vital en el campo de la medicina o en el de la automoción.

“No se trata solo de velocidades más altas y una respuesta más rápida, aunque estas cosas mejorarán”, afirma Akihiro Nakao, profesor de Ingeniería de la Universidad de Tokio (Japón). “Los objetivos del 6G incluyen una mejora masiva en la eficiencia energética, la seguridad basada en la mecánica cuántica, la optimización de la red impulsada por la inteligencia artificial, la integración con las redes satelitales y más”.

Aunque muy prometedoras, las investigaciones de la tecnología 6G están todavía en el campo de lo teórico. Según el profesor de Sistemas de Comunicación de la Universidad de Tecnología Chalmers (Suecia), Tommy Svensson, “las expectativas son altas y la lista de deseos es larga”.

Esta universidad es una de las 25 entidades que forman parte de Hexa-x, un proyecto europeo creado para la implementación de esta nueva tecnología. “Si bien 5G ha permitido consumir medios digitales en cualquier lugar y en cualquier momento, la tecnología del futuro debería permitir integrarnos en mundos completamente virtuales o digitales”, afirma Tommy Svensson.

Para un soñador todo parece muy prometedor, pero para que esto se pueda llevar a cabo hay que hacer enormes ajustes en todo lo relacionado con la infraestructura. El 4G alcanza los 6 gigahercios, el 5G llega a los 110 gigahercios y con el 6G habría que expandir el espectro hasta los 3.000 gigahercios, para lo que se necesitará un ancho de banda muy alto. Con estas características, el alcance de las señales va a ser muy corto y parte de la señal podría bloquearse en muros y otros obstáculos. Todo eso supone un gran reto a nivel técnico, puesto que se tendrían que diseñar nuevas antenas, instalar un mayor número de estaciones base e investigar tecnologías dúplex avanzadas.

### **¿Qué aplicaciones tendrá la tecnología 6G?**

Las aplicaciones de esta tecnología pueden ser interminables. ¿Cuánto tiempo hace desde que la ciencia dejó de ser ficción? ¿Desde que se inventó el telégrafo, la electricidad, la energía atómica, los viajes espaciales, el bosón de Higgs...? Es difícil encontrar una frontera claramente delimitada; sin embargo, el 6G puede marcar un antes y un después en el marco de la realidad extendida (incluyendo las comunicaciones holográficas), en el sector de la inteligencia artificial —automatizada e interconectada— y de la eficiencia energética, que se situará en niveles de consumo ultrabajos.

Para concretar un poco, Andy Molisch, profesor de Ingeniería Eléctrica e Informática en la Universidad Southern California Viterbi (EE. UU.), identifica tres aplicaciones que marcarán el desarrollo de la nueva generación de comunicaciones. Una, el internet háptico o tecnología cinestésica, que proporciona una forma de recrear los sentidos como el tacto o el olfato para ofrecer al usuario una experiencia más realista. Dos, las comunicaciones holográficas. Tres, *edge computing*: infraestructuras informáticas que mejoran la eficiencia de las aplicaciones, dispositivos y servidores periféricos locales. “Estas tres áreas —según Molisch—, tienen el potencial de cambiar las comunicaciones, la salud, el transporte, la educación y más”.

En el plano individual, en opinión de Tommy Svensson, el 6G abre la puerta al internet de los sentidos. “Esto significa que podremos experimentar las aplicaciones de internet utilizando los cinco sentidos humanos, no solo la vista y el oído como hoy. Y nuestros hogares, oficinas, fábricas y ciudades se representarán en un mapa interactivo constantemente actualizado, capaz de predecir lo que sucederá en el mundo real”.

Precisamente, con el fin de aumentar la experiencia de los sentidos en internet, se ha creado el proyecto europeo Sense X, que ya ha llegado a presentar su primer prototipo: el Tasty Floats, un sistema para degustar a partir del principio de levitación acústica. Este modelo utiliza ondas sonoras de alta intensidad para suspender partículas de sabor en el aire. “Desarrollamos un dispositivo sin contacto que ofrece estímulos gustativos en el aire, sin ninguna sujeción. De este modo, el usuario es libre de interactuar con el estímulo usando su lengua”, explica Marianna Obrist, catedrática de Interfaces Multisensoriales en el University College de Londres.

El proyecto Sense X se centra en diseñar experiencias multisensoriales y, entre ellas, también se está trabajando en la implementación de tecnología táctil. En este caso, es la Universidad de Chemnitz y Dresde (Alemania) la que ha tomado la delantera en el desarrollo de pieles artificiales (*e-skin*), que son sistemas electrónicos flexibles que intentan imitar la sensibilidad de la piel humana, y que visualmente son tan realistas que tienen incorporado incluso vello falso.

En lo relativo a las comunicaciones holográficas, estas nos permitirán interactuar con todo tipo de objetos y de personas en cualquier lugar; por ejemplo, haciendo una compra virtual en el supermercado o hablando con la recreación de familiares y amigos. También se podrán realizar reuniones cuasipresenciales a kilómetros de distancia. Por su parte, Tommy Svensson afirma que, para poder comunicarse con hologramas, habrá que “trabajar con superficies inteligentes posicionadas en tres dimensiones con información sobre la orientación de los objetos”.

Otra aplicación que no tardará en hacerse realidad son los gemelos digitales o *digital twin*, parecidos a los hologramas, ya que supone la representación virtual exacta de un objeto físico. Con este logro, se mejorarán los resultados sanitarios. Va a permitir realizar simulacros médicos e investigaciones para conocer la reacción a un tratamiento antes de administrárselo a un paciente o ensayar una intervención quirúrgica antes de practicar la operación para prevenir posibles incidencias. También permitirá anticipar comportamientos, ya sea en el tráfico, en una infraestructura o en un proceso industrial.

Y con el *edge computing* se tendrá una magnífica herramienta a la hora de acercar la nube al usuario. Esta forma de computación “de proximidad” reduce la latencia, aumenta la seguridad y se adapta mejor a las necesidades de las personas, lo que va a significar un auténtico impulso en el campo de la inteligencia artificial y del internet de las cosas. Estas mejoras tendrán multitud de aplicaciones: por ejemplo, en la geolocalización, en donde se podrán mejorar

los sistemas de localización, imprescindibles para la conducción autónoma, o los procesos industriales teledirigidos.

La nueva generación de redes revolucionará el modo en que la inteligencia artificial aprende, interactúa y es aplicada. Esto será así porque las redes 6G van a estar programadas y diseñadas para autooptimizarse, autoadministrarse y para distribuir recursos de manera inteligente.

El mundo futurista se abre camino ante nosotros, pero ¿cuándo llegará? ¿Cuándo lo viviremos? Aunque en el 6G Wireless Summit que se celebró en Finlandia varios expertos en comunicaciones móviles coincidieron en señalar el año 2030 como fecha de su lanzamiento, los acontecimientos que ha vivido el mundo desde entonces se convierten en adversidades que retrasarán, sin duda, la llegada del esperado 6G.

## De cerca

Viróloga, catedrática en la Universidad Monte Sinaí  
y premio Fedepe 2002

# **Ana Fernández-Sesma: “El cambio climático y la invasión de zonas salvajes pueden hacer saltar la chispa de una nueva pandemia”**

Por Rafael Olea

Desde que todo ocurrió, desde que en 2019 se desató la pandemia, el mundo no es igual. Analizar ese punto de inflexión desde la perspectiva de una experta en virología es de vital importancia para aprender y evitar que se repitan errores. De la mano de Ana Fernández-Sesma, la revista *Universo* hace un recorrido científico por la senda pasada, presente y futura de virus como la covid-19 y similares.

En la actualidad, Ana Fernández-Sesma es investigadora, catedrática de Microbiología y Enfermedades Infecciosas en la Facultad de Medicina del Monte Sinaí de Nueva York y premio Fedepe 2002. Lleva 31 años en Estados Unidos y, para ella, llegar hasta donde ha llegado es una magnífica oportunidad de “hacer ciencia española” porque, a través de su trabajo, visibiliza el potencial de los científicos de este país. “Siempre digo que, tanto Adolfo, mi marido, como yo somos dos laboratorios españoles en el extranjero”, comenta convencida.

Ahora, compatibiliza sus clases en la universidad con su trabajo en el laboratorio en donde estudia diferentes tipos de virus, como el de la gripe, el dengue o el SARS-CoV-2. Además, está involucrada en un ambicioso proyecto para investigar cómo funcionan las diferentes vacunas desde el punto de vista del sistema inmune.

### **¿Y tras esa investigación, piensa que son seguras las vacunas?**

En general, las vacunas son seguras y, por supuesto, más que una infección por un virus. Es algo clarísimo, una infección por un virus es mucho más impredecible que una vacuna. Una infección puede sacar a relucir todas las patologías que hubiera de base, como se ha visto con la covid-19 que, incluso después de haber eliminado el virus del organismo, se tienen problemas respiratorios, circulatorios o cardiovasculares. Para mí, es un riesgo innecesario existiendo vacunas. Hemos eliminado enfermedades gravísimas, como la viruela, gracias a las vacunas.

Precisamente, ahora mismo tenemos un problema en EE. UU. con la polio. Debido a que hay gente que no se quiere vacunar, tenemos, otra vez, la polio como una emergencia sanitaria.

## **¿Y a qué cree que se debe esta fobia a las vacunas contra la covid?**

Quizás a que es mucho más fácil de demostrar el curar que el prevenir, aunque en realidad sea mucho más fácil prevenir que curar. Si estás enfermo, tomas un antibiótico y te curas. Ahora bien, es mucho más difícil visualizar el beneficio de la vacunación, porque si no enfermas –tras vacunarte–, puede parecer que la vacuna no tiene nada que ver; al sentirte bien, es más fácil creer que la razón de tu buena salud es la fortaleza de tu sistema inmune o incluso se puede llegar a la conclusión de que no se ha pasado la enfermedad.

Me parece bastante sorprendente que todavía haya gente que dude de la efectividad de las vacunas y de que estas sean seguras. No hay duda del beneficio-riesgo de las vacunas. Desde luego, yo, en mi caso, prefiero no arriesgarme, porque, por ejemplo, no se ha muerto ningún niño con la vacuna, pero sí han muerto por la covid-19.

## **¿Tiene el coronavirus la misma virulencia? ¿Se ha atenuado con las nuevas variantes o han sido las vacunas las que han hecho que disminuya su incidencia?**

El virus cambia. No es más virulento, sino que ha pasado a transmitirse mejor. Lo que ha ocurrido es que las mutaciones son al azar, aleatorias. Puede que, de repente, surja una mutación que haga el virus más virulento, pero hasta ahora no la hemos tenido.

Es evidente que en los hospitales ha descendido el número de muertes y, en general, el de la enfermedad grave porque la población está más protegida y muy inmunizada. Si comparamos el momento actual con la primera versión del virus, la del mercado de Wuhan, no tiene nada que ver. Entonces hubo un colapso sanitario en el que se administraba cualquier tratamiento porque no se sabía cómo tratar la enfermedad. Ahora los médicos saben perfectamente qué tratamiento administrar a cada paciente. Hay más medios y también más conocimiento.

## **¿Llegarán nuevas vacunas que protejan definitivamente contra la covid-19 o el escenario será similar al que tenemos con la gripe, en la que hay que vacunarse estacionalmente?**

Nunca vamos a ir por delante del virus, porque este va a cambiar. Sí que van a venir nuevas vacunas que ya están aprobadas. En EE. UU. se va a poner un recordatorio que va a tener también una versión para la variante ómicron. Cuanto más se acerquen las vacunas al virus, más van a proteger, y cuanto más recordatorios tenga la gente, mejor se mantiene la inmunidad. Puede que suceda como la gripe y se convierta en un virus estacional y también puede que cambie.

## **¿La globalización y el cambio climático puede ocasionar nuevas pandemias?**

El cambio climático está propiciando que se expanda el área de mosquitos tropicales y se extiendan infecciones y parásitos. Entre ellos, el virus del dengue,

en el que trabajo, junto al zika o la malaria. Un ejemplo es el virus del Nilo occidental, que se transmite por mosquitos que no son tropicales y ahora se extiende por todo EE. UU. No es que sea probable, sino que es seguro que estos virus se extenderán. Son endémicos en más de 100 países, no en Europa o EE. UU., sino en zonas del planeta donde aparentemente no importa.

Es decir, lo que va a suceder es que se va a expandir más el área de transmisión de este tipo de virus que, hasta ahora, no afectaba a zonas como España, donde ya el mosquito existe y se dan cada vez más casos. Conviene recordar que en España, a principios del siglo XX, había malaria.

Hemos invadido la naturaleza. Estamos invadiendo hábitat de animales y metiéndonos en terrenos donde antes no había humanos. Deforestar, como están haciendo en Brasil, es una fuente de virus constante. El cambio climático y la invasión de zonas salvajes pueden hacer saltar la chispa de una nueva pandemia. Es muy probable que ocurra, porque son eventos que están sucediendo constantemente en todo el mundo.

### **¿Las nuevas técnicas de vacunas de ARN mensajero nos podrían proteger ante estas nuevas pandemias?**

No es que sean vacunas que protejan de una manera diferente, sino que se producen mucho más rápidamente, porque estás cogiendo el “mensajero” que en tu propio cuerpo produce la proteína que quieres expresar, en vez de tener que meter la proteína en un virus, como en la vacuna por adenovirus de AstraZeneca. Es una forma más rápida, pero no quiere decir que la respuesta inmune sea diferente o más protectora. Simplemente, son muchísimo más fácil de producir y de manufacturar. Otra cosa es la problemática de conservación en países en vía de desarrollo, ya que tienen que mantenerse a temperaturas muy bajas.

### **De cara al futuro, ¿qué hemos aprendido de la pandemia y qué deberíamos mejorar?**

Lo importante es escuchar a la ciencia. Ahora mismo, lo necesario a nivel global es la vigilancia. Estar pendientes de lo sucedido, que no nos pille como ha sucedido con la covid-19, el *monkeypox*... ¿Tenemos previsto un plan de cómo actuar con un virus nuevo? ¿Cuáles son las primeras agencias que tienen que ponerse en movimiento? ¿Qué tiene que hacer la población? ¿Quién va a diseñar vacunas?... No tenemos planes de vigilancia y eso es lo que hay que hacer.

Debemos seguir con la misma salud pública que había en el siglo XX. Ya se nos ha olvidado, pero en el siglo pasado hemos tenido plagas gravísimas de distintos virus. Por ejemplo, hasta que salió la vacuna contra el sarampión, los niños se morían de ello. Se daba una importancia a la salud pública impresionante, a los antibióticos, a las vacunas... Luego nos hemos acomodado, porque como el problema no estaba en el mundo civilizado, ya no había que tener vigilancia.

Lo que esta pandemia nos ha enseñado es que no podemos bajar la guardia, que esto sigue sucediendo y va a seguir sucediendo, y, como no estemos preparados, nos va a volver a pasar. Teníamos la infraestructura pero se nos colapsó por no haber estado preparados.

A la hora de hacer las previsiones, hay que reservar un presupuesto de base para disponer de fábricas que se dediquen a producir vacunas inmediatamente. En definitiva, tener un plan hecho, no hacerlo sobre la marcha.

La ciencia avanza a una velocidad espectacular en curas de todo tipo de enfermedades, pero hay que volver la vista atrás y entender que la prevención es más importante que la cura. Prevenir, a la larga, es mucho más barato que curar. Debemos volvernos un poco más humildes y no tener esa arrogancia de pensar que ya teníamos todo superado. El coronavirus nos ha dado una lección de humildad que no debemos olvidar.

## Grandes nombres

# Nikola Tesla. ¡Hágase la luz!

Por Refugio Martínez

**Cuando hoy en día encendemos la luz, aunque la mayoría de nosotros no lo sepamos, es gracias a Nikola Tesla. Un hombre que no fue entendido en su época y que murió vilipendiado por la prensa y solo en una habitación de hotel, pero que, con el tiempo, se le ha sabido buscar el lugar que le corresponde en la ciencia. Hoy, sus llamativos y estafalarios inventos, que parecen recién salidos de una novela de H. G. Wells, acaparan exposiciones masivas en todo el mundo, pero su falta de visión en los negocios y su carácter excéntrico le granjearon una soledad vitalicia que hacen de su biografía un triste relato.**

¿Quién iba a decir que el simple gesto de acariciar el lomo de un gato podría cambiar el curso de la historia? Esto ocurrió cuando el pequeño Nikola, de tan solo 3 años, estaba acariciando a un felino. Al pasar la mano, se erizaron los pelos del animal y saltó esa especie de chisporroteo que, a veces, produce la electricidad estática. Este fenómeno físico se quedó marcado en la impresionable mente del futuro inventor y fue la chispa que motivó su obsesión por buscar una explicación que le llevaría a descubrir la corriente alterna.

Es tan solo una anécdota que siempre se cuenta del inventor, pero más allá de que sea cierta o no, la realidad es que Tesla fue un individuo genial, extremadamente imaginativo y prolífico que llegó a patentar cerca de 300 inventos. Descubrió el principio del campo magnético rotatorio y los sistemas polifásicos de corriente alterna, la lámpara fluorescente, la turbina sin paletas o bobina de Tesla y el primer motor eléctrico de inducción de corriente alterna.

Predijo la posibilidad de realizar comunicaciones inalámbricas; por eso, en su honor, se denomina tesla (símbolo T) a la unidad de medida de la intensidad del flujo magnético. Los coches Tesla se llaman así por él, y también ha dado nombre a un asteroide y a un cráter de la Luna.

Fue, por así decirlo, el fundador de la tecnología moderna, un visionario que se adelantó un siglo a su tiempo al idear un nuevo sistema mundial de transmisión de energía inalámbrica y al soñar con la concepción de un futuro basado en energías baratas, ecológicas y abundantes.

Siempre defendió que la clave para poder crear una red internacional de electricidad estaba en abaratar el coste de la energía eléctrica. "La ciencia no es más que perversión en sí misma a menos que tenga como objetivo último mejorar la humanidad". Estas palabras del propio Tesla resumen la visión de un personaje inocente repleto de manías que persiguió el éxito con sus inventos y se convirtió en víctima de una despiadada y floreciente sociedad financiera que acabó robándole sus ideas.

## **Hijo de la luz**

Cuando Nikola nació, el 10 de julio de 1856, en Smiljan, la actual Croacia, la comadrona que asistía en el parto comentó "este niño será hijo de la oscuridad", a lo que la madre contestó: "No, será hijo de la luz", y ¡vaya si lo fue!

Con tan solo 17 años, el joven enfermó de colera, una enfermedad muy peligrosa en aquellos tiempos que estuvo a punto de dejar a la humanidad huérfana de uno de los mayores genios de la electricidad. Estaba tan malito que su padre le prometió que, una vez restablecido, le enviaría a la mejor escuela de ingeniería que hubiera. Así que, tras recuperarse y entrar en el ejército, en 1875, Tesla comenzó sus estudios en la Universidad Politécnica de Graz, en Austria.

Tras trabajar en Viena y París, en 1884, se trasladó a Nueva York, con cuatro centavos en el bolsillo pero con toneladas de ilusión en el corazón y miles de ideas en la cabeza. Una vez en la Gran Manzana, acudió a la empresa de su admirado Thomas Alva Edison para pedirle trabajo. A él iba dirigida una carta de recomendación de Charles Batchelor, su último jefe en Europa, que rezaba: "Conozco a dos grandes hombres, y usted es uno de ellos. El otro es el joven portador de esta carta".

## **La guerra de las corrientes**

Tras leer la misiva, Edison le contrató ese mismo día. Pero su relación distó mucho de ser perfecta. Entre ambos existieron diferencias que, con el tiempo, se hicieron irreconciliables y que terminaron desembocando en "la guerra de las corrientes". En este combate entre ambos inventores, se podría decir que Edison era la antítesis de un Tesla sin la menor ambición empresarial, pero con un ego equiparable.

La principal diferencia entre ambos personajes es que, mientras que Tesla defendía ciegamente la superioridad de la corriente alterna, Edison hacía lo propio con la corriente continua. Aunque la idea de Tesla era, a todas luces superior, necesitaba al acaudalado empresario para ponerla en práctica; sin embargo, este no estaba por la labor porque le supondría una enorme pérdida de dinero, ya que en la implantación de la corriente continua había invertido una gran parte de su fortuna.

La batalla supuso una salvaje campaña de difamación contra Tesla que incluyó, entre otras muchas triquiñuelas, un recorrido del veterano inventor americano por Estados Unidos en el que electrocutaba animales (desde perros y gatos hasta un elefante) para demostrar la peligrosidad de la corriente alterna.

En 1888, Tesla comenzó a trabajar en los laboratorios de la Westinghouse Electric & Manufacturing Company's (Pittsburg), de George Westinghouse, quien escuchó con atención sus ideas sobre sistemas polifásicos que podrían permitir la transmisión de corriente alterna a larga distancia, y compró las patentes de su motor y de un transformador que facilitaba la distribución de este tipo de corriente hacia los usuarios finales.

Con el tiempo, Tesla y su aliado terminaron ganando la batalla de la distribución de la energía, pues el transporte de corriente alterna era más barato y sencillo que el de continua. En 1893, su sistema fue adoptado por la central hidroeléctrica situada en las cataratas del Niágara. A pesar de esta victoria, el recorrido con su socio no fue mucho más allá.

Tesla también tuvo problemas con Marconi, quien “aprovechó” un sistema de transmisión sin hilos inventado por Tesla en 1895 para patentar la radio y proclamarse como su inventor. Marconi ganó el Premio Nobel en 1909 por este invento. Pero, finalmente, la Corte Suprema de Estados Unidos reconoció a Nikola Tesla, poco antes de su muerte, como el inventor de la radio y le devolvió la patente, que había estado en poder de Marconi hasta ese momento.

Este logro supuso un respiro económico para un Tesla que nunca prestó especial atención a su situación financiera. Esta actitud ante el dinero le provocó serias estrecheces económicas, pero no hasta el punto, como se cree, de vivir en la más absoluta indigencia. Lo que sí que es cierto es que se mantenía gracias a la generosidad del Gobierno yugoslavo, que le costeaba una habitación en el Hotel New Yorker.

Pese a sus muchos descubrimientos y contribuciones en el ámbito de la energía, ni él ni Edison llegaron a conseguir nunca el preciado Nobel por sus hallazgos y, paradójicamente, el único gran premio que recibió Tesla en vida fue nada menos que la Medalla Edison, en 1916.

### **Un sabor agridulce**

El final de su vida, sin embargo, estuvo marcado por el ostracismo, el olvido y la locura. Un 7 de enero de 1943, a la edad de 86 años, falleció de un infarto de miocardio. Muerto en soledad, tardaron varios días en encontrar el cuerpo en la habitación de hotel donde había colgado el letrero de “No molestar”.

Su figura pública había sufrido un enorme desgaste. Con el tiempo, acabó por convertirse en la caricatura del científico loco. Baste decir que, en el diario *ABC*, en enero de 1943 solo se comentó: “Muere el padre del rayo de la muerte”. No hay ni una sola mención ni a sus descubrimientos en el campo de la corriente alterna ni al motor de inducción, ni al de la radio.

Olvidado durante décadas, ignorado en la mayoría de los libros de texto, la figura de Tesla fue reivindicada por los movimientos contraculturales que descubrieron el legado de un hombre que se opuso a las normas establecidas y que vivió en un mundo que aún no estaba preparado para sus inventos.

## Libros

### ***El sueño: Kepler, el astrónomo que imaginaba mundos***

**Johannes Kepler**

**Singular, 2022**

**144 páginas**

**ISBN: 978-84-124899-1-0**

Johannes Kepler consta por derecho propio entre los grandes de la historia de la ciencia, según Stephen Hawking. Literalmente, cambió la manera de cómo el ser humano percibe el universo que lo rodea. Pero, también, tenía tiempo de soñar. Y lo hacía con visitar una Luna habitada por unos seres extraordinarios que miran a los demás cuerpos celestes y se recrean con eclipses y demás fenómenos astronómicos.

Un texto único, mezcla de erudición y fantasía desbordada, que sorprende y fascina por igual, con un Kepler que narra en primera persona un sueño tan vívido que le permite explicar con detalle un nuevo mundo al alcance de la vista y de los más osados. Leído en nuestro tiempo no nos deja indiferentes, y nos vemos reflejados en nuestros anhelos por alcanzar la próxima frontera en el vasto universo del que formamos parte.

### ***El origen de la vida: todo cuanto hay que saber***

**David W. Deamer**

**Antoni Bosch, 2022**

**144 páginas**

**ISBN: 978-84-124076-8-6**

David W. Deamer ha escrito una guía detallada de los orígenes de la vida, organizada en tres secciones. La primera sección plantea cuestiones como: ¿de dónde proceden los átomos de la vida? ¿Cuál es la edad de la Tierra? ¿Cómo era la Tierra antes de que empezara la vida? ¿Y el agua, de dónde viene? Después de dar respuesta a este tipo de preguntas, concluye con un nuevo interrogante: ¿y esto?, ¿cómo lo sabemos? Con ello, el enfoque del libro se amplía explicándonos la manera en que los científicos llegan a sus conclusiones y por qué estas resultan fiables.

La segunda sección de la obra, describe cómo determinadas moléculas orgánicas se ensamblan espontáneamente para formar poblaciones de protocélulas que evolucionan por selección hasta convertirse en sistemas vivos primitivos. Ahora bien, el verdadero conocimiento no consiste solamente en lo que sabemos, pues igualmente importante es lo que aún desconocemos.

En la tercera sección, el autor repasa las cuestiones que nos quedan por resolver antes de poder dar por zanjado el asunto, fundamental en biología, de cómo empieza la vida. *El origen de la vida: todo cuanto hay que saber* es un ejemplo de buena divulgación científica: es un libro breve, claro, rigurosamente argumentado y está escrito por un destacado especialista en la materia. Dejando de lado impresiones de carácter más personal o cualquier otro apunte que pueda desviar la atención del tema, este texto es pura información razonada.

## ***Cerebro milennial***

**Nacho Roura**

**Random cómic, 2022**

**192 páginas**

**ISBN: 978-84-18040-10-8**

"¿Qué es el cerebro milennial?", dices mientras clavas tu pupila en mi perfil de Instagram. Ansiedad, síndrome del impostor, nuevos tipos de amor e identidades, redes sociales y un montón de cosas son los temas centrales de esta generación marcada por las crisis económicas, la precariedad laboral y los memes virales.

Un retrato social actual para entender por qué somos como somos y qué define a la generación milennial desde el punto de vista neurológico y científico. Un libro de divulgación accesible y divertido para, finalmente, descodificar y entender cómo funciona el cerebro milennial.

Con más de 150.000 seguidores en redes sociales, Nacho Roura (Neuronacho) es una de las voces más relevantes de la generación joven española. Especializado en psicología, este interesante divulgador es capaz de ofrecer explicaciones claras, entretenidas y totalmente científicas sin que su audiencia pierda un ápice de interés. Gracias a su absoluto talento comunicativo y a su capacidad de atraer la atención, Roura ha logrado un estilo personal y cercano a la hora de crear sus vídeos que son la clave de su éxito. Y, por eso, cada día son decenas de miles las personas que ven sus contenidos.

Neuronacho, uno de los divulgadores científicos más interesantes del momento, lleva todos sus conocimientos al papel en *El cerebro milennial*. Se trata de un libro escrito para entender, de una vez por todas y con explicación científica incluida, por qué les pasa lo que les pasa a los milenials.

Todo es interesante para Nacho Roura, y su libro es una muestra de aquello a lo que el divulgador científico presta más atención como miembro de la propia generación que analiza. Así, *El cerebro milennial* es un libro creado tanto para ofrecer respuestas como para generar más preguntas en la población que ha crecido entre *stories*, filtros de fotos, *streamings* y vídeos de YouTube. ¿Por qué me siento mal si todo a mi alrededor es bueno? ¿No estoy suficientemente capacitado para este trabajo? ¿A quién debo amar?

## Efemérides

# La predicción matemática del tiempo cumple 100 años

Por Pablo Francescutti / Agencia SINC

Hasta bien entrado el siglo XX, el pronóstico meteorológico tenía mucho de artesanal y poco de científico. En su mejora tuvo mucho que ver la primera predicción con números, realizada por Lewis Fry Richardson hace un siglo. La aportación del matemático británico, reforzada por el avance informático, hizo que diera un salto enorme en rapidez y precisión.

“Acieras menos que el hombre del tiempo”, rezaba un dicho caído en el olvido. La expresión refleja la escasa confianza que la predicción meteorológica inspiraba antes de la introducción de los ordenadores.

Para anticipar el tiempo, se recurría “a fenómenos que habían sucedido en el pasado y, por observación de la atmósfera, se determinaba lo que iba a ocurrir en pequeñas regiones. Aunque existía una red de observatorios, la poca comunicación entre ellos hacía muy complicado, por ejemplo, establecer con suficiente tiempo la formación de un centro de bajas presiones. La predicción meteorológica no era una ciencia todavía”, comenta a SINC Susana Bayo, física especializada en atmósfera del Environmental Physics Laboratory de la Universidad de Vigo.

Superar esos obstáculos fue el cometido que se fijó Lewis Fry Richardson, un matemático nacido en la Inglaterra victoriana. Graduado en Ciencias Naturales en Cambridge, su formación cuáquera –una rama disidente de la Iglesia anglicana– le movió a declararse objetor de conciencia al estallar la Primera Guerra Mundial. Transcurrió la contienda en una unidad de ambulancias conducidas por cuáqueros, aprovechando “su trabajo de camillero para recopilar observaciones meteorológicas”, refiere a SINC José Miguel Viñas, meteorólogo de Meteored. Finalizadas las hostilidades, Richardson trabajó en la docencia mientras realizaba diversas investigaciones, entre ellas, ciertos problemas físicos relacionados con la atmósfera.

### La fábrica de pronósticos

Richardson no partía de cero; se apoyó en las aportaciones del noruego Vilhem Bjerknes formuladas en 1904 con la intención de hacer de la meteorología una ciencia exacta. “Bjerknes planteó la predicción como un problema matemático, en el que, a partir de unos datos que definen las condiciones iniciales de la atmósfera, se ejecutan las ecuaciones fisicomatemáticas que describen la dinámica atmosférica”, señala Viñas. “Y comprobó que el sistema de ecuaciones no era lineal, lo que impedía obtener soluciones exactas. A este importante reto tuvo que enfrentarse Richardson”.

El británico lo encaró diseñando fórmulas que hicieran operativo el modelo teórico del noruego. Apoyándose en los conocimientos más punteros sobre el papel de las radiaciones y la difusión turbulenta en las capas superiores de la atmósfera, dividió el planeta en 25 cuadrantes, especificando sus respectivas variables dinámicas. De cada cuadrante se encargaría un cuantioso equipo de calculadores al mando de un coordinador.

La idea era que el equipo trabajara por turnos en una sala del tamaño de un teatro. Procesarían los datos sobre presión atmosférica, humedad, temperatura y dirección del viento proporcionados por los globos sonda diseminados alrededor del planeta. Todos ellos –64.000 expertos en total– reportarían a un director de operaciones, que, desde un pedestal, “como un director de orquesta con reglas de cálculo y máquinas calculadoras” en vez de una batuta, conseguiría que la “sinfonía” de datos suministrados en tiempo real convergiese en pronósticos solventes.

La clave residía en las ecuaciones que el enjambre de pronosticadores emplearía para describir los flujos atmosféricos. Richardson “desarrolló el método de las diferencias finitas para llegar a una solución aproximada”, detalla Viñas en referencia a la resolución de ecuaciones diferenciales parciales por aproximación numérica (como una serie de instantáneas de una pelota desplazándose en el aire, en otras palabras). Para someter a prueba sus fórmulas eligió un día determinado, el 20 de mayo de 1910, y un lugar próximo a Múnich, y a partir de los datos registrados por los globos sonda a las siete de la mañana se propuso predecir el tiempo que haría las seis horas siguientes.

El fruto de sus afanes, la primera predicción numérica de la historia y el postulado de que la variable decisiva en la atmósfera son las cascadas de turbulencia, fueron volcados en lo que hoy es un clásico de la disciplina: el libro *Weather prediction by numerical process (Predicción meteorológica por proceso numérico)*, de cuya publicación se han cumplido cien años.

Viñas advierte que “*a posteriori* se comprobó que el estado futuro de la atmósfera pronosticado en el libro no se correspondió con el tiempo que, efectivamente, aconteció el día elegido. A pesar del ‘fallo’, constituyó un hito de la historia de la meteorología”. Si bien sus ecuaciones no tuvieron en cuenta las pequeñas fluctuaciones iniciales que desbarataron el resultado final, sentaron las bases de los pronósticos y las simulaciones climatológicas que vinieron después.

### **Los ordenadores entran en escena**

Había otro inconveniente: su método demandaba tres meses de operaciones con reglas de cálculo para un pronóstico de 24 horas. Su aprovechamiento requería una potencia de cálculo más veloz que los fenómenos que se querían anticipar, algo que solo el avance de la informática pudo garantizar.

“Transcurrieron casi tres décadas hasta que estuvo operativa la primera computadora de la historia: Eniac”, recuerda Viñas. “El matemático John Von Neumann programó, con ayuda de un par de meteorólogos, un primer modelo numérico muy básico. Su programación les llevó algo más de un mes, pero

bastante menos tiempo su ejecución con Eniac. En este caso, el estado futuro de atmósfera previsto sí que se pareció al que finalmente ocurrió”.

“Fue el pistoletazo de salida de la predicción numérica del tiempo, cuyo desarrollo llega hasta nuestros días. Los modelos empezaron a ser cada vez más sofisticados, requiriendo más datos de los ordenadores”, prosigue Viñas. En España, “aunque las primeras experiencias datan de 1966, la aplicación sistemática de la predicción numérica del tiempo se implantó en los años 80”, indica a SINC Carlos Santos Burguete, especialista en modelos atmosféricos de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet) y coordinador de la obra *Física del caos en la predicción meteorológica*.

En retrospectiva, es difícil precisar cuánto se hubiera demorado el avance en meteorología sin los logros de Richardson. “El problema de la predicción numérica del tiempo ya lo había planteado Bjerknes a nivel teórico. Si no hubiera existido Richardson, otro matemático habría tratado de llevar a la práctica el planteamiento de Bjerknes algunos años más tarde”, plantea Santos Burguete.

Susana Bayo piensa de un modo similar: “En aquel momento había bastante interés por proponer métodos para la resolución de las ecuaciones, y la aproximación cuasigeostrofica era uno de ellos, aunque finalmente se consideró que el de Richardson era el mejor, como ha demostrado su utilización actual. Así que es posible que la solución llegase, aunque mucho más tarde”.

“Es muy difícil desligar las aportaciones de un solo científico de un complejo caldo de cultivo como es la comunidad científica”, comenta por su parte Santos Burguete. Asimismo, es conveniente decir que los avances científicos, a menudo y cada vez más, tienen un carácter interdisciplinar. Richardson fue matemático, físico, psicólogo y activo pacifista.

El polifacético investigador falleció en 1953, un año antes de que la BBC emitiera el primer pronóstico meteorológico por televisión; y transmitió la pasión por el tiempo a su sobrino nieto, Julian Hunt, que en 2001 recibió la Medalla Lewis Fry Richardson —instituida en 1998 por la European Geosciences Union en memoria del matemático homónimo— por sus contribuciones a la modelación de flujos turbulentos y estratificados y sus aplicaciones en las dinámicas de fluido ambiental.

En cuanto al futuro, ¿se cumplirá algún día el sueño de Bjerknes de elaborar un pronóstico del tiempo tan exacto como las predicciones astronómicas? Santos Burguete cuestiona la idea de que en meteorología “hay un final de trayecto, que serían las predicciones perfectas. Sin embargo, en la actualidad, la comunidad científica ha aceptado plenamente que no se pueden hacer predicciones ‘perfectas’, aunque, a cambio, sí pueden mejorarse introduciendo el caos y la probabilidad como ingrediente esencial en el mecanismo de predicción. Se trabaja, así, con varios escenarios y probabilidades para la evaluación del riesgo de fenómenos meteorológicos adversos. No sabemos lo que resta, pero sabemos que seguimos caminando”, 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](mailto: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

Te recordamos que existen otras revistas de temática variada y periodicidad diversa que te invitamos a descubrir, ya sea accediendo al apartado “Publicaciones” de ClubONCE, poniéndote en contacto con el Servicio de Atención al Usuario del Servicio Bibliográfico de la ONCE –llamando al teléfono 910 109 111 (teclea la opción 1)– o enviando un correo electrónico a [sbo.clientes@once.es](mailto:sbo.clientes@once.es).