

# Universo

N.º 130

20 de junio a 20 de julio de 2021

## SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
  - Breves
- **En profundidad**
  - ¿Rebelión robótica? Cien años de amor y odio a los autómatas
- **En desarrollo**
  - El calendario, una historia más compleja de lo que parece
  - Arranca la toma de datos de DESI, un instrumento para investigar la energía oscura
- **De cerca**
  - “Lo más importante que nos queda por saber sobre el cerebro es cómo curar las enfermedades mentales”. Entrevista al neurocientífico Ignacio Morgado, autor del libro *Materia gris*
- **Libros**
- **Grandes nombres**
  - Georg Cantor, el padre de la teoría de conjuntos

## **Presentación**

Se cumple este año un siglo desde que en 1921 el escritor checoslovaco Carel Capek publicara la obra teatral *R. U. R.*, en la que se acuñó la palabra “robot”, y después del tiempo transcurrido, la humanidad oscila entre el amor y el miedo a los autómatas. La agencia SINC analiza el fenómeno en un amplio reportaje.

Entrevistamos al neurocientífico Ignacio Morgado para que nos dé detalles de su último libro, *Materia gris*, y para que nos hable sobre la evolución del cerebro humano y sobre las cosas más importantes que quedan por saber acerca de este órgano tan fundamental.

La curiosa historia del calendario a través de sus diferentes modificaciones; el arranque del proyecto DESI, que descifrá los enigmas de la energía oscura, y la biografía de Georg Cantor, responsable de la Teoría de conjuntos, son otros contenidos que te ofrecemos en el número 130 de *Universo*.

## Actualidad científica

### Breves

#### **Los vacunados que se contagian transmiten menos el coronavirus a sus familias**

Un estudio basado en datos de hogares británicos señala que las vacunas contra la covid-19 no solo protegen a quienes las reciben, sino a su familia. El trabajo, que ha utilizado estadísticas de más de 300.000 unidades familiares, muestra que los pocos que se infectaron tras ser vacunados reducían a la mitad la probabilidad de propagar el coronavirus en su casa.

Investigadores de la Agencia de Salud Pública del Reino Unido (PHE, por sus siglas en inglés) pretendían comprobar cómo afectaba la vacunación en el interior de los hogares, ya que las casas son, probablemente, el lugar donde existe mayor peligro de contagio porque son espacios cerrados en los que se convive de manera cercana durante mucho tiempo y sin mascarilla. Lo que les interesaba era examinar si la vacuna, además de proteger a quien la recibe, hacía lo mismo con los que le rodeaban.

Según informa el diario *El País*, para ello, compararon los hogares con un primer caso vacunado, pero infectado, con aquellos donde había un contagiado, pero no habían llegado las inmunizaciones. En las casas sin vacunados hubo un 10,1 por ciento de convivientes que se contagiaron en los 14 días posteriores a que lo hiciera el caso índice, o primer caso registrado en cada vivienda, entre enero y marzo pasados (96.898 de un total de 960.765 contactos).

Pero en los hogares donde el caso índice ya había sido inmunizado, los segundos casos se redujeron al 6,06 por ciento (567 nuevos positivos de 9.363 contactos). Esto significa que las vacunas rebajan en más de un 40 por ciento la probabilidad de que la covid se propague dentro de casa. El porcentaje subía al 49 por ciento si la vacuna era la de AstraZeneca y Oxford.

Sobre estos resultados, la doctora Mary Ramsay, responsable de inmunización del PHE, dice que “las vacunas no solo reducen la gravedad de la enfermedad y evitan cientos de muertes cada día, ahora vemos que también tienen un impacto adicional reduciendo el riesgo de pasar la covid a los demás”. Además, la investigación revela que cuanto más tiempo había pasado entre el momento en que el caso índice (el primero de la cadena) se vacunaba y cuando se infectaba, su probabilidad de contagiar a sus familiares era menor.

#### **Logran con éxito el entrelazamiento cuántico de objetos macroscópicos**

Dos estudios publicados en *Science* ponen de relieve que se ha conseguido el entrelazamiento de objetos miles de veces más grandes que una simple partícula, en concreto dos osciladores mecánicos macroscópicos que, aunque pequeños (apenas unas 10 milésimas de milímetro de diámetro), son mucho más masivos que cualquier objeto entrelazado hasta ahora.

Según informa el diario *ABC*, el entrelazamiento, una de las predicciones más extrañas y sorprendentes de la mecánica cuántica, es un fenómeno por el cual dos partículas distantes se entrelazan de una manera que desafía tanto al sentido común como a las leyes de la física clásica. Sea cual fuere la distancia a la que esas dos partículas estén entre sí, cualquier variación en una de ellas afectará inmediatamente a la otra si se encuentran entrelazadas, incluso aunque estén en extremos opuestos del universo.

En los dos estudios de *Science*, Shlomi Kotler y Laure Mercier de Lépinay revelan la observación directa de fenómenos cuánticos a escala macroscópica y demuestran la capacidad de extender las mediciones de estados cuánticos a sistemas integrados por miles de átomos individuales. Los resultados de ambos trabajos demuestran que el entrelazamiento cuántico ha conseguido abandonar el reino subatómico y saltar a la realidad macroscópica.

El logro no solo abre las puertas a nuevas clases de tecnologías cuánticas, sino que también permitirá nuevos estudios de física fundamental, entre los que se encuentran la todavía escasamente comprendida relación entre la gravedad y la mecánica cuántica.

### **Obtienen el mapa genómico completo del virus que causa la covid-19**

Científicos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) han elaborado un estudio de genómica comparativa, publicado en la revista *Nature Communications*, que ha permitido generar el mapa genético más preciso y completo de la covid-19.

Según informa el diario *La Razón*, los científicos confirmaron seis genes codificadores de proteínas en el genoma del SARS-CoV-2, además de los cinco que están bien establecidos en todos los coronavirus. También analizaron más de 1.800 mutaciones y descubrieron que, en la mayoría de los casos, los genes que evolucionaban rápidamente antes de la pandemia han continuado haciéndolo, y los que tendían a evolucionar lentamente han mantenido esa tendencia.

Asimismo, analizaron las mutaciones que han surgido en variantes preocupantes, como la cepa británica, la de Brasil y la de Sudáfrica, y observaron que muchas de las mutaciones que hacen que esas variantes sean más peligrosas se encuentran en la proteína de la espiga, que ayuda al virus a propagarse con rapidez y a eludir el sistema inmunitario.

Sin embargo, cada una de esas variantes tiene “más de 20 mutaciones más, y es importante saber cuáles de ellas pueden hacer algo y cuáles no”, señala Irwin Jungreis, autor principal del estudio e investigador del MIT. Según los investigadores, estos datos podrían ayudar a otros científicos a centrar su atención en las mutaciones que parecen tener efectos más significativos en la infectividad del virus.

## **Muere Michael Collins, el astronauta del Apolo 11 que no pisó la Luna**

El astronauta Michael Collins, el tercer integrante de la misión que llegó a la Luna por primera vez, ha fallecido a los 90 años, “tras una valiente batalla contra el cáncer”, según informó su familia, quien destacó que “pasó sus últimos días en paz”, junto a los suyos.

Mientras sus compañeros Neil Armstrong y Buzz Aldrin pisaban la Luna el 21 de julio de 1969, el piloto Michael Collins se quedó esperándoles en el módulo de mando (Columbia) de la nave Apolo 11, orbitando el satélite. Collins se convirtió en uno de los escasos estadounidenses que no pudo seguir la hazaña por televisión.

Según informa el diario *El Mundo*, tras la muerte de este astronauta y de la de Neil Armstrong, comandante de la misión, que tuvo lugar en agosto de 2012 durante una operación de corazón, Buzz Aldrin, de 91 años, es ahora el único superviviente de aquella histórica gesta con la que Estados Unidos arrebató a los soviéticos el liderato de la carrera espacial.

Aunque tenía nacionalidad estadounidense –sin ella no habría podido ser astronauta de la NASA–, Michael Collins nació en Roma el 31 de octubre de 1930 porque su padre, que era militar, se hallaba destinado allí. Él también fue militar antes de ser seleccionado como astronauta de la NASA en 1963, y tardó tres años en viajar por primera vez al espacio, en la misión Gemini 10, que duró dos días, 22 horas y 46 minutos.

En 1970, apenas un año después de haber regresado de su misión lunar, Collins abandonó la agencia espacial norteamericana, y tras ocupar brevemente un cargo político en la Secretaría de Estado de Asuntos Públicos entre 1971 y 1978, dirigió el Museo Nacional del Aire y del Espacio Smithsonian de Washington. Durante los años siguientes continuó involucrado en el sector espacial desde la empresa privada, y junto con Armstrong y Aldrin, con los que se ha reunido estos años en varias ocasiones, ha recibido multitud de premios y reconocimientos.

## **Hallan un extraño animal que se regenera incluso si lo cortan en tres trozos**

Investigadores de la Universidad de Tel Aviv han descubierto en el golfo de Eviat una especie de ascidia, un animal marino común de la zona, capaz de regenerar todos sus órganos. Esta ascidia puede soportar hasta ser cortada en tres pedazos y, aun así, recuperar de nuevo su forma original, según publica la revista *Frontiers in Cell and Developmental Biology*.

“Es un descubrimiento asombroso, ya que se trata de un animal que pertenece al filo *Chordata*, animales con cordón dorsal, que también nos incluye a los humanos”, explica Noa Shenkar, principal autor del estudio. “Aquí encontramos un cordado que puede regenerar todos sus órganos incluso si se separa en tres partes, y cada una de ellas sabe exactamente cómo recuperar el funcionamiento de todos sus sistemas corporales faltantes en un corto período de tiempo”.

Según informa el diario *ABC*, existen cientos de especies de ascidias y se pueden encontrar en todos los océanos y mares del mundo. Cualquiera que haya tenido la oportunidad de bucear, incluso sin estar a grandes profundidades, ha podido seguramente observar ascidias sin saberlo, ya que a menudo se camuflan como bultos en las rocas.

Sin embargo, el animal concreto en el que se centra la investigación es la especie *Polycarpa mytiligera*, muy común en los arrecifes de coral de Eilat. Es un organismo simple que consta de dos aberturas, una de entrada y otra de salida, y dentro de su cuerpo existe un órgano central que se parece a un colador de pasta.

“La ascidia succiona agua a través del punto de entrada del cuerpo, el colador filtra las partículas de comida que quedan en el cuerpo y el agua limpia sale por el punto de salida”, explica Tal Gordon, cuya tesis doctoral incluye esta nueva investigación.

### **Identifican una nueva droga psicodélica sin efectos alucinógenos**

Un equipo de investigadores liderado por la Universidad de California, en Davis (EE. UU.), ha podido detectar una nueva sustancia, denominada AAZ-A-154, que reúne las características de una droga psicodélica, pero sin efectos alucinógenos, a la vez que muestra propiedades potencialmente terapéuticas. Los resultados se publican en la revista *Cell*.

Según informa el diario *La Vanguardia*, el equipo de Lin Tian, profesora en el departamento de Bioquímica y Medicina Molecular de la universidad estadounidense, junto con el de David Olson, profesor de Química, quisieron estudiar de manera conjunta sustancias que se comportaran como alucinógenos, pero sin la capacidad de alterar los sentidos. Para ello diseñaron una especie de lámpara biológica que se encendiera ante un compuesto que actuara como una droga psicodélica.

Tras una serie de experimentos con ratones, los investigadores identificaron la molécula que denominaron AAZ-A-154, un compuesto psicodélico pero que no generaba alucinaciones ni en dosis más elevadas. La droga produjo, después de una sola administración, efectos beneficiosos en el comportamiento de los ratones durante más de dos semanas, lo que, para el equipo, es una muestra de su potencial terapéutico.

Según explican los autores, serían necesarios otros estudios para comparar sustancias alucinógenas con no alucinógenas y así desentrañar mejor cómo interactúan en el cerebro, además de un perfil farmacológico completo de la nueva sustancia que incluyera información sobre su mecanismo de acción y su farmacocinética o toxicidad.

## En profundidad

# ¿Rebelión robótica? Cien años de amor y odio a los autómatas

Por Pablo Francescutti/SINC

En *Frankenstein* (1818) un hombre artificial se rebela contra su creador, pero tuvieron que transcurrir más de cien años para que, en 1921, el checoslovaco Karel Capek imaginara autómatas capaces de amenazar a la humanidad en *R. U. R.*, la obra teatral en la que se acuñó el término “robot”. Un siglo después, oscilamos entre el flechazo y el temor a las máquinas.

Es 1921, y los robots de *R. U. R.* se amotinan en el escenario del Teatro Nacional de Praga. Un año más tarde, la pieza teatral se estrena en Nueva York y, al siguiente, ya ha sido traducida a 30 idiomas. El éxito de la obra de Karel Capek (disponible en braille en nuestra BDO) prueba que los tiempos están maduros para una trama hasta entonces impensable, y marca un punto de inflexión en nuestra actitud hacia las máquinas: a diferencia de la criatura de Frankenstein, sus autómatas amenazan al conjunto de la especie humana.

R. U. R. son las siglas de Rossum’s Universal Robots, una compañía ficticia que fabrica robots en esta obra, término acuñado por Capek a partir del eslavo *robotá* (“trabajo forzado”). Destinados a sustituir a los obreros en las fábricas y a los soldados en los campos de batalla, sus humanoides se alzan contra sus creadores y exterminan a todas las personas, excepto al ingeniero de la empresa.

El distópico argumento acusa el impacto de las matanzas perpetradas en la Primera Guerra Mundial gracias a la tecnificación del arte de matar. Alain Musset, geógrafo de la École des Hautes Études en Sciences Sociales (París) especializado en la ciencia ficción, explica a SINC su originalidad: “Antes, los autómatas eran máquinas maravillosas o aterradoras, encargadas de llenar un vacío emocional, moral o religioso en un individuo: la androide en *La Eva futura* de Villiers, de L’Isle Adam; o la bella Olympia en *El hombre de arena*, de E. T. A. Hoffmann. Capek nos traslada a otra dimensión: producidos en masa, más hábiles y más fuertes que nosotros, los robots amenazan el futuro de la humanidad. En nuestro imaginario colectivo, el asombro da paso al miedo”.

### **Golpe de estado de las máquinas**

La historia de amor y odio con las máquinas no ha hecho más que comenzar. En 1939, la firma Westinghouse presentó a Electro, un hombre-robot que hablaba y fumaba; y en 1966, *The Wall Street Journal* vaticinó que el granjero del año 2000 “será un ejecutivo sofisticado con un ordenador haciendo de capataz”. Cada paso que se daba hacia la mecanización evocaba el fantasma de *R. U. R.* En 1969 se materializó en HAL, el maligno cerebro electrónico de *Una odisea del espacio*, de Arthur C. Clarke.

En 1997, Big Blue, el ordenador de IBM, derrotó al campeón de ajedrez Garri Kaspárov. Poco más tarde, Billy Joy, el diseñador del sistema Java, alertó del golpe de Estado de las máquinas: “Los robots, los nanobots y los organismos contruidos pueden replicarse por sí mismos [...] y volverse incontrolables muy pronto”. Joy pone fecha a esa pesadilla: “La posibilidad de tener un potencial informático similar al cerebro humano en unos 30 años ha hecho surgir una nueva idea: la de estar elaborando herramientas que permitirán construir la tecnología que reemplazará a nuestra especie”.

En 2004 tuvo lugar el primer ataque mortal de un dron en Pakistán: los ensayos que anuncian inminentes apocalipsis cibernéticos se vendieron como rosquillas; el francés Eric Sadin previó algoritmos que se rebelaban contra sus creadores, y el israelí Yuval Noah Harari avisó de que, en una o dos generaciones, seremos sojuzgados por la inteligencia artificial y los autómatas. Cunde la inquietud: en 2017, Elon Musk, Stephen Hawking y otros expertos exigieron una moratoria en el diseño de robots asesinos.

### **Automatic Love Story**

También en 2017 Arabia Saudí otorgó la ciudadanía a Sophia, el primer autómata en obtener ese estatus legal. Así, se multiplican las novelas y películas que muestran personas que empatizan con replicantes, se enamoran de un *software* o tienen hijos con andróides. “La sociedad patriarcal y los roles de género se reflejan en estas representaciones”, comenta a SINC la profesora Marta Piñol, especialista en cine de la Universidad de Barcelona. “Hoy, más que reflejar un temor acerca de la identidad de género, tratan de superarla: un texto clave como el *Manifiesto Cyborg*, de Donna Haraway, ya en 1983 consideró, a partir de la noción de cibernético, la idea de un ser humano-máquina que difuminaría las líneas de género como las que separan lo natural y lo artificial”.

Nuestras relaciones con los robots han entrado en una nueva fase, sostiene Piñol, y la ciencia ficción proporciona pistas al respecto: “Buena parte de sus obras ya no se enmarca en el *cyberpunk*, el subgénero que presentaba un mundo dominado por la tecnología y donde los *hackers* luchaban contra las grandes corporaciones. Ahora, lo que se lleva es el *biopunk*, que pone el acento en la biotecnología, con historias protagonizadas por *biohackers* que tratan de vivir en sociedades biocapitalistas controladas por la ingeniería genética. En estos filmes, la esperanza de vida y la natalidad devienen temas clave y se traspasan muchos límites, entre ellos, el amoroso-afectivo. Un ejemplo podría ser *Blade Runner 2049*, en la que se transgrede el límite reproductivo”.

No todas las transgresiones son bienvenidas. A Kathleen Richardson, profesora de Ética de los Robots en la Universidad De Montfort (Reino Unido), le subleva la idea de que las mujeres pueden ser sustituidas por “máquinas del sexo”. Para combatirla, lanzó la Campaña contra los Robots Sexuales. “Te están diciendo que no te preocupes, si no tienes amigo o compañero de vida, pueden crear un robot-novia para ti”, comentó a la BBC. “Una relación de pareja se basa en la intimidad, apego y reciprocidad. Son cosas que no pueden ser replicadas por una máquina”.

## Esperanzas y pesadillas incumplidas

Transcurrido un siglo del estreno de *R. U. R.*, seguimos al mando de las máquinas, pero la distopía de Capek sigue estremeciéndonos, pese a que la robótica apenas ha cumplido con las expectativas y los temores suscitados. Los robots no nos han liberado del trabajo, el proletariado continúa sudando la gota gorda y las tareas domésticas sobrecargan a las mujeres por más ayuda que reciban de la Thermomix. Pese a los drones militares, las tropas no han sido reemplazadas por máquinas de matar: quienes libran las batallas son soldados que sufren y mueren llamando a sus madres.

Cierto, la banca electrónica y los cajeros automáticos han eliminado oficinas enteras, pero la creatividad, la experiencia o la dirección de equipos no se han podido automatizar. Destrezas sencillas como desenvolver un paquete, atar un alambre o cambiar pañales no son fáciles de inculcar en máquinas mucho más caras que un trabajador de carne y hueso; la razón de que no haya robots-albañiles ni robots-camareros.

En 2017, Estados Unidos solo contaba con 233.000 robots industriales, una nimiedad comparada con sus 160 millones de trabajadores activos. La mayoría se concentra en las líneas de montaje y algunos se desempeñan de bisturíes inteligentes en hospitales; en las demás ramas de la producción el obrero de toda la vida es irremplazable. Lo resumió Hettie O'Brien, editora de opinión de *The Guardian*: "Suele ser más fácil y más barato emplear humanos para que actúen como máquinas que desarrollar máquinas que imiten la conducta humana".

La automatización no debe aumentar forzosamente el paro, asegura Shannon Vallor, miembro de la Fundación para una Robótica Responsable. Esta profesora de la Universidad de Edimburgo defiende que las plantillas podrían mantenerse mediante la reducción de la jornada. La ética de la inteligencia artificial que propone no pasa por diseñar unos 'diez mandamientos' para robots al estilo de las célebres leyes de Asimov, sino por imponer reglas a quienes los diseñan para que sus máquinas actúen al servicio del bienestar colectivo y no de la ganancia individual. Por lo pronto, que resulte más verosímil una rebelión de autómatas que el reparto del trabajo dice mucho de nuestra incapacidad de concebir relaciones laborales distintas de las actuales.

No tienen mayor sustento los pronósticos de una sublevación robótica. En el horizonte no se divisan señales de nada semejante. Quienes se horrorizan ante tal perspectiva se tranquilizarán al saber que, según los filósofos John Basl y Eric Schwitzgebel, a corto plazo, solo tendremos autómatas cognitivamente sofisticados como un ratón o un perro, como mucho. Y el economista de la Universidad de Yale, William Nordhaus, añade que, al ritmo de las tendencias actuales, pasarán unos cien años antes de que adquieran las habilidades requeridas por la automatización total.

## Icono de la cultura de masas

“Desde Capek, el estatus social de los robots ha oscilado entre el del esclavo sumiso y el de la amenaza potencial. Por un lado, los robots femeninos diseñados para el placer se han impuesto desde 1961 con *El breviario de los robots*, de Stanislaw Lem. Del otro, la saga de *Terminator* puso de manifiesto el peligro de dejar nuestro destino en manos de la inteligencia artificial”, resume Alain Musset.

Al autor checoslovaco se le reprochó el haber exagerado la autonomía de las máquinas. Unos tomaron su rebelión robótica como una alegoría de la revolución obrera; otros detectaron en ella una alusión al desempleo masivo, el embrutecimiento de los operarios y demás estragos causados por el tecnocapitalismo, y otros vieron una crítica a la visión del ser humano como una máquina manejable desde el exterior.

Lo cierto es que el robot, icono de la cultura de masas, ha dado pie a un sinfín de fantasías e interpretaciones, obligándonos a revisar las fronteras entre los seres animados y los inanimados y a redefinir los conceptos de inteligencia, trabajo e identidad humana. Aunque nos hemos criado en cuartos de juguetes repletos de robots entrañables con luces de colores, andar patoso y voz chirriante, las inquietudes que nos inspiran se resisten a desaparecer.

“Nos dicen que siempre se necesitarán seres humanos para crear las máquinas. Pero ¿hasta qué punto?”, se pregunta Musset. “¿Seremos siempre necesarios? Es lo que teme C-3PO cuando descubre las cadenas de montaje de droides en *El ataque de los clones*: ‘Máquinas que hacen máquinas. ¡Qué perversión!’”. La ciencia ficción ha intentado mostrarnos que los robots pueden ser amigos e incluso adquirir conciencia, como el Andrew de Isaac Asimov. ¿Puede esto hacernos cambiar de opinión? No lo creo. Cuanto más se acerquen a nosotros, más amenazados nos sentiremos”.

## En desarrollo

# El calendario, una historia más compleja de lo que parece

Por César Mestre

**Siempre ha sido arduo para las personas calcular los años, pero constituye una tarea necesaria. Los agricultores saben cuál es el mejor momento para realizar sus cultivos si conocen los periodos aproximados de las estaciones del año y, hoy en día, resulta casi impensable pasar una semana completa sin consultar la fecha. A continuación, hablaremos de algunas curiosidades relacionadas con nuestro calendario con distintos problemas y ajustes que actualmente resultan difíciles de aplicar, como saltarse algunos días o modificar el nombre de un mes.**

En un principio, se utilizaban las estrellas y la luna como referencia para medir el tiempo, porque el ciclo lunar de 29 días era muy estable y fácil de registrar a medida que la luna cambiaba de fase. Pero pronto la humanidad se dio cuenta de que contar los días y las noches no era suficiente. Hasta la Revolución Industrial, que tuvo lugar hace apenas 250 años, las personas dependían de los ciclos de las cosechas. Contando las veces que salía el sol no se podía calcular bien cuándo empezaba una estación, cuándo emigraban las manadas de animales o cuándo había que plantar las cosechas, así que idearon calendarios más precisos.

Puesto que el sol y la luna siempre se han relacionado con los dioses y lo divino en las culturas antiguas, la mayoría de los calendarios han sido impuestos por las religiones. El calendario maya, por ejemplo, empezó su cuenta en el año 3114 a. C. y se repite en ciclos de 52 años. Según su nomenclatura, solo cubría hasta el 21 de diciembre de 2012, de ahí la superstición de que ese día acabaría el mundo, algo que, por supuesto, no ocurrió.

El calendario egipcio es el primer calendario solar conocido. Se empezó a utilizar en el año 3000 a. C. y era sorprendentemente parecido al actual. El año tenía 365 días y estaba dividido en 12 meses de 30 días cada uno. Los cinco días que faltaban se añadían al final del año. Curiosamente, el mes se dividía en tres semanas de 10 días. En Europa se empleaban diferentes calendarios lunares hasta la llegada de los romanos. En cada región tenían diferentes números de meses y el año no duraba lo mismo.

Calendario proviene de “calendas”, una palabra cuyo origen se encuentra en la antigua Roma y que hacía referencia al primer día del mes en el calendario romano. Otros nombres peculiares y vinculados al calendario original son “las nonas”, que aludían al quinto día de cada mes, y “los idus”, que eran el día 13 de cada mes, excepto en marzo, mayo, julio y octubre, en los que eran el día 15.

## **Noviembre debería ser el noveno mes, pero no lo es**

Si repasamos los nombres de todos los meses del año, es probable que algo nos chirrié. Da la impresión de que los meses que van de septiembre a diciembre aluden a los colocados del séptimo al décimo lugar, y, por el contrario, no coinciden con su auténtica posición en el año. Se trata de una huella evolutiva anterior al calendario romano. Antes de Julio César, el calendario utilizado por los romanos dividía los meses según el periodo lunar, lo que le daba escasa estabilidad y favorecía que los sacerdotes encargados intercalaran meses en algunas ocasiones.

En este calendario, el año se iniciaba en marzo, y muchos meses eran nombrados según su posición, como sucedía con septiembre o diciembre. Influido por los egipcios, Julio César decidió prescindir de este calendario y adoptar uno basado en el ciclo solar, mucho más estable. En este calendario juliano, los años comienzan en enero y tendrían una duración de 365 días, con un año bisiesto cada cuatro años para ajustar las casi seis horas extra que incluye un año.

Algunos años después de su muerte, al séptimo mes se le denominó Julius (julio) en su honor. Casi al mismo tiempo, el octavo mes fue bautizado como Augustus (agosto) en honor de Octavio Augusto, el emperador en ese momento. Varios emperadores romanos posteriores, como Calígula o Nerón, intentaron modificar el calendario y poner sus nombres a los últimos meses del año, pero esos cambios no llegaron a fructificar en la población y no existen actualmente.

## **Un año de 445 días**

Cuando se intenta aplicar un nuevo calendario, hay ocasiones en que este debe ser reajustado, como cuando se tiene un reloj nuevo y es necesario sincronizarlo con la hora local para que empiece a funcionar correctamente. En el caso de un calendario, este ajuste se concreta en años raros con días de más o de menos, lo que acaba suscitando las quejas de los ciudadanos.

Uno de los primeros ajustes fue precisamente el del mencionado calendario juliano, establecido por Julio César en el 45 a. C. Imitando a los egipcios, César quiso que su nuevo año solar empezara cerca del solsticio de invierno, fácil de medir por el número de horas de sol. Para conseguirlo, lo único que podía hacer era tener un año excesivamente largo, de 445 días, a fin de aguardar al solsticio de invierno y empezar a contar. Ese año, el 45 a. C., fue caótico para los ciudadanos de Roma, que tuvieron que lamentar irregularidades en el cobro de impuestos y en la burocracia.

Para los romanos, el solsticio de invierno era la fiesta del Natalis Solis Invicti, vinculada al nacimiento de Apolo. Durante siete días, los esclavos podían vivir como sus amos, llevar sus ropas y estar exentos de cualquier castigo. Una vez concluyó esta fiesta, dio comienzo el año nuevo. Según este criterio, el solsticio de invierno se sitúa el 25 de diciembre, y el inicio de año siete días después, el 1 de enero.

## **Diez días inexistentes**

La mayor parte de países occidentales adoptaron el calendario juliano debido a la influencia romana, pero este tenía un pequeño error de cálculo en la duración del año. Tanto los egipcios como los romanos calculaban una duración de 365 días y seis horas para un año, lo que les obligaba a corregir esas seis horas con un año bisiesto cada cuatro años. El año tiene, en realidad, una duración variable, de aproximadamente 365 días, cinco horas y 49 minutos. Aunque pueda dar la impresión de ser un error insignificante, lo cierto es que esos minutos de menos se acumulaban cada año, provocando un desplazamiento en los días de solsticios y equinoccios.

Para subsanar dicho error, se creó en 1582 un nuevo calendario denominado *gregoriano*, que es el que se utiliza hoy en día. Este calendario fue promovido por el papa Gregorio XIII y se asemeja al juliano, excepto en dos detalles. Cada 400 años es preciso suprimir dos años bisiestos, corrigiendo de esta forma el error causado por esos minutos de menos. También se propuso ajustando el retraso que ya había, moviendo el equinoccio de primavera al 21 de marzo, que, en el calendario juliano, se había desplazado al 11 de marzo.

En el Concilio de Nicea de 1582 se plantearon dos soluciones: o se suprimía el año bisiesto durante 40 años, o se quitaban 10 días de golpe ese mismo año. Temerosos de que, si suprimían el año bisiesto, posteriormente les costara recobrarlo, prefirieron quitar 10 días de golpe. Los elegidos fueron los días entre el 5 y el 14 de octubre de 1582, fechas que no afectaban a ninguna celebración religiosa. Dichos días nunca existieron en el calendario gregoriano.

## **Coincidencias no tan claras**

A partir de 1582, en Europa se utilizaban tanto el calendario gregoriano como el juliano. En un principio, el gregoriano solo fue instaurado en España, Portugal e Italia, mientras que el resto de países oponían resistencia a cambiar de calendario, más aún si la idea procedía de la Iglesia católica. Terminaron cediendo debido a los inconvenientes que suponía tener que cambiar de fecha al cambiar de país.

Uno de los países europeos que más se demoró en implantarlo fue el Reino Unido, que lo hizo en 1752. Las calles se llenaron entonces de manifestantes que pedían recuperar esos 11 días perdidos, uno más que el resto de países debido, precisamente, al retraso en su implantación. Cuando se afirma que Shakespeare y Cervantes fallecieron el mismo día, en realidad no se toma en consideración esta diferencia de calendario. Ambos murieron el mismo día según sus propios calendarios, lo que implica que lo hicieron con 10 días de diferencia. Y es que ha resultado arduo medir el tiempo de forma absoluta hasta hace poco.

A veces se menciona como curiosidad la duración de los meses en el año juliano. Se piensa que en un principio julio tenía 31 días y agosto 30, lo que irritaba al emperador Augusto, que pidió robar un día del mes de febrero para dárselo a él. Esta anécdota, sin embargo, no es real: existen pruebas de que la duración de

los meses era variable desde el inicio del año juliano, con mezclas de meses de 29 y 31 días hasta estabilizarse en el actual calendario.

# Arranca la toma de datos de DESI, un instrumento para investigar la energía oscura

Agencia SINC

**Un instrumento espectroscópico localizado en un observatorio de Arizona (EE. UU.) ha comenzado a cartografiar en 3D el universo. El objetivo del proyecto, que cuenta con una importante participación española, es desentrañar los misterios de la energía oscura.**

El pasado 17 de mayo empezó oficialmente una investigación de cinco años para cartografiar el universo y revelar los misterios de la energía oscura con el Instrumento Espectroscópico para la Energía Oscura (DESI, por sus siglas en inglés). Situado en el Observatorio Nacional de Kitt Peak (Tucson, Arizona, Estados Unidos), capturará y estudiará la luz de unos 30 millones de galaxias y otros objetos distantes del universo.

El registro de esta luz ayudará a los científicos y científicas del proyecto DESI a construir un mapa del universo en 3D con un detalle sin precedentes. Los datos les permitirán entender mejor la fuerza de gravedad repulsiva asociada con la energía oscura que produce la aceleración de la expansión del universo a distancias cósmicas enormes.

"DESI nos permitirá ver unas diez veces más galaxias que cartografiados anteriores y estudiar la evolución del universo desde hace once mil millones de años hasta la actualidad", explica Héctor Gil Marín, investigador del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona (ICCUB) y del Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), que codirige el primer análisis de los mapas de galaxias.

El telescopio DESI recoge luz, o espectros, de galaxias y cuásares, lo que permite medir su velocidad de recesión. "Sabemos que cuanto más lejos de nosotros está el objeto, mayor es su velocidad de recesión, lo que nos permite construir un mapa 3D del universo", apunta Gil Marín. "DESI es el instrumento pionero de una nueva generación de proyectos internacionales que estudiarán la energía oscura desde diferentes ángulos", destaca Andreu Font Ribera, cosmólogo del Institut de Física d'Altes Energies (IFAE) que codirige el primer análisis de los cuásares más distantes.

El investigador añade que el programa científico permitirá abordar con precisión dos preguntas principales: qué es la energía oscura y cuál es el grado en que la gravedad sigue las leyes de la relatividad general. Estas leyes forman la base de nuestra comprensión del cosmos. "Nos ha llevado diez años de esfuerzo ir del diseño del instrumento hasta este momento en el que DESI empieza a tomar unos datos que van a revolucionar nuestra comprensión del universo", subraya, por su parte, Violeta González Pérez, científica en la Universidad Autónoma de Madrid y una de las coordinadoras del desarrollo de catálogos computacionales de las galaxias de DESI.

## **Inicio prometedor para un instrumento pionero**

El inicio formal del cartografiado DESI se ha producido después de un periodo de pruebas de cuatro meses de duración, durante el cual el instrumento ha medido cuatro millones de espectros de galaxias, más que la suma de todos los cartografiados espectroscópicos anteriores. DESI está instalado en el renovado telescopio de cuatro metros Nicholas U. Mayall del observatorio Kitt Peak, perteneciente a la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos y administrado por NOIRLab. Incluye una óptica novedosa, que aumenta su campo de visión y 5.000 fibras ópticas controladas robóticamente, capaces de medir simultáneamente los datos espectroscópicos de otros tantos objetos astronómicos.

"Lo que tiene de especial DESI no es tanto el telescopio como el instrumento", dice Otger Ballester, ingeniero del IFAE que ha formado parte del equipo que desarrolló las cámaras de guiado, enfoque y alineación para DESI, una de las contribuciones españolas al proyecto. De hecho, el instrumento "puede detectar simultáneamente luz de 5.000 objetos diferentes y obtener sus espectros en solo 20 minutos".

A medida que el telescopio se mueve, las fibras ópticas se alinean para recoger la luz de las galaxias reflejada en el espejo del telescopio. Desde allí, la luz se conduce a un banco de espectrógrafos y cámaras CCD para su posterior procesamiento y estudio. En una buena noche, DESI puede registrar espectros de unos 150.000 objetos. "La sobresaliente capacidad de DESI para recolectar espectros también se debe al *software* del instrumento", comenta Santiago Serrano, ingeniero del Instituto de Ciencias del Espacio (ICE, CSIC) y del Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) que ha desarrollado parte de los algoritmos necesarios para guiar el telescopio.

## **Desplazamiento al rojo y energía oscura**

Los espectros medidos por DESI son análogos a los colores del arco iris. Sus características, que incluyen la longitud de onda, dan informaciones tales como la composición química de los objetos astronómicos observados, su distancia y su velocidad relativa. A medida que el universo se expande, las galaxias se alejan unas de otras y su luz se desplaza a longitudes de onda más largas y rojas. Cuanto más distante está la galaxia, mayor es el desplazamiento al rojo de su espectro. Al medirlo, los investigadores e investigadoras de DESI crearán un mapa 3D del universo. Se espera que este mapa detallado de galaxias permita alcanzar nuevos conocimientos sobre la influencia y la naturaleza de la energía oscura.

"Desentrañar las propiedades de la misteriosa energía oscura es el principal objetivo de DESI", insiste Licia Verde, profesora Icrea en el ICCUB. "Sabemos que en la actualidad el 70 por ciento del contenido energético del universo está compuesto por energía oscura, pero sabemos muy poco sobre sus propiedades". Esta energía determina la tasa de expansión del universo, explica Verde. Mientras el instrumento DESI mira hacia el espacio y el tiempo, dice, "podemos observar simultáneamente el universo en diferentes épocas y, al compararlas,

descubrir cómo evoluciona el contenido de energía a medida que el universo envejece".

### **Proyecto internacional con importante participación española**

La colaboración del Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) está financiada por las siguientes instituciones: U. S. Department of Energy's Office of Science, National Science Foundation de Estados Unidos, Division of Astronomical Sciences bajo contrato con el National Optical Astronomy Observatory, Science and Technologies Facilities Council del Reino Unido, Gordon and Betty Moore Foundation, Heising-Simons Foundation, French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España y las instituciones miembros de DESI. Los científicos de esta colaboración internacional se sienten honrados de que se les permita llevar a cabo investigaciones astronómicas en el Lolkam Du'a (Kitt Peak, Arizona), una montaña con particular significado para la nación Tohono O'odham.

En España, participan en DESI el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat); el Instituto de Ciencias del Espacio (ICE, CSIC); el Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC); el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE); el Instituto de Física Teórica (IFT) de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y el CSIC; el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA); el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), y el Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona (ICCUB).

## De cerca

# **“Lo más importante que nos queda por saber sobre el cerebro es cómo curar las enfermedades mentales”**

Entrevista al neurocientífico Ignacio Morgado, autor del libro *Materia gris*

Por Javier Cuenca

El neurocientífico Ignacio Morgado cree que en la actualidad se sabe mucho sobre el cerebro humano y se le da la verdadera importancia que tiene, aunque la gran asignatura pendiente sigue siendo la curación de las enfermedades mentales más importantes, como el alzhéimer o el párkinson. Este catedrático de Psicobiología en la Universidad Autónoma de Barcelona lamenta el uso supremacista y engañoso que se le da a la neurociencia y no cree que deba convertirse en una asignatura específica de los planes educativos. Morgado acaba de publicar *Materia gris*, un libro en el que en 350 páginas se ha arrojado la ardua tarea de resumir 20 siglos de historia del cerebro.

¿Ignoraban los pueblos prehistóricos la importancia del cerebro y su relación con la vida humana? ¿Por qué en algún momento se creyó que el corazón era el órgano que controlaba las sensaciones y los movimientos? ¿Cuándo se introdujo el concepto de mente asociada a la capacidad de razonar y cómo se obtuvo una visión más completa de las funciones mentales? ¿Quiénes abordaron por primera vez las enfermedades neurológicas? En *Materia gris*, el neurocientífico Ignacio Morgado trata de responder a estas cuestiones a la vez que analiza las ideas y los descubrimientos de filósofos y científicos que hicieron posible el conocimiento actual del cerebro y la mente humana y expone los inventos técnicos que lo facilitaron.

La obra, salpicada de abundantes anécdotas y curiosidades relacionadas con los protagonistas y sus descubrimientos, repasa desde la remota antigüedad hasta el presente la historia del cerebro, de los procesos mentales (la memoria, el aprendizaje, el sueño) y de los principales trastornos neurológicos, un análisis que logra ofrecer una imagen global de lo que es la neurociencia.

Morgado explica a *Universo* que es conveniente desterrar el mito de que se sabe poco sobre el cerebro, cuando la realidad es que sucede todo lo contrario. “Desde que Ramón y Cajal estableció que el cerebro es un órgano con células individuales que se conectan unas con otras por contacto y no con continuidad, lo cual lo convertía en un órgano inteligente, hemos aprendido muchísimo”, dice.

Basta con hojear cualquier libro actualizado sobre neurociencia, asegura, para constatar la enorme cantidad de conocimiento que se tiene hoy día sobre el cerebro humano, lo cual no significa que lo sepamos todo acerca de él. “Nos quedan por saber unas cuantas cosas, algunas de ellas muy importantes y otras relacionadas sobre todo con nuestra curiosidad intelectual”, afirma este

neurocientífico, quien añade que “lo más importante que nos queda por saber sobre el cerebro humano es cómo curar las enfermedades mentales”, pues aunque se conozca su causa no existe remedio para ninguna de las más graves, como el párkinson o el alzhéimer.

## **Trabajo duro**

Respecto a las cosas relacionadas con nuestra curiosidad intelectual, Morgado señala que a los científicos les gustaría mucho saber cómo la materia objetiva del cerebro (las neuronas, la física y la química) se transforma en imaginación subjetiva, es decir, en pensamiento. “Yo pienso que ese es un tema para el que a lo mejor el cerebro humano no tiene suficiente capacidad. Es decir, podemos llegar a conocer la química del cerebro, que es necesaria para que estemos conscientes, pero quizás no podremos llegar a conocer nunca cómo las neuronas cambian a imaginación y a subjetividad”, explica.

Por otro lado, Morgado cree que sí se le da al cerebro actualmente la importancia real que tiene, si bien es cierto que en otros tiempos no se sabía que era el órgano del pensamiento y se infravaloraba, algo que dejó de ser así a partir del siglo XVIII, cuando se empezó a conocer su funcionamiento y su relación con los procesos mentales. “Otra cosa es si los estados no aportan suficientes recursos a la investigación sobre el cerebro como se pueden aportar a otro tipo de investigaciones”, precisa.

El autor de *Materia gris* reconoce que ha sido arduo resumir en 350 páginas veinte siglos de historia del cerebro y recuerda que existen voluminosos tratados sobre el tema de esos que solo compran las bibliotecas, pero que difícilmente van a adquirir y leer los profesores o los ciudadanos de a pie. Sin embargo, considera que si en 300 páginas se sintetizan los principales hitos de la investigación y el conocimiento del cerebro habrá mucha gente que pueda acceder a ello con más facilidad.

Indica, además, que la estructura de la obra hace que sea más cómoda su consulta sin necesidad de realizar una lectura lineal, acudiendo directamente a aquello que más interesa al lector. Pero, en cualquier caso, ha sido un trabajo duro que ha obligado al neurocientífico a leer y a sintetizar mucho, ordenando los conocimientos para que aparezcan de una forma digerible y no creando confusión. Han sido prácticamente tres años de trabajo, aunque comenta que partía de un texto sobre la historia del cerebro que ya había elaborado cuando realizó unas oposiciones para profesor universitario.

## **Un órgano discreto**

Para narrar la historia del cerebro, Ignacio Morgado ha viajado a la más remota antigüedad, en la que sus protagonistas ignoraban “para qué servía lo que hay dentro de nuestra cabeza”. Prueba de ello, dice, es que los antiguos egipcios, cuando embalsamaban sus cadáveres, le daban mucha importancia al corazón y a otras vísceras, pero prescindían del cerebro por no considerarlo útil para la vida eterna.

Eso no quiere decir que todos los antiguos lo desconocieran, pues hubo observadores inteligentes, como el padre de la medicina, Hipócrates de Cos, que tuvo un conocimiento muy claro acerca de que el cerebro era el órgano de la sensibilidad y de la mente.

“Aunque otros grandes pensadores de la antigüedad”, indica, “como el mismísimo Aristóteles, creía que el cerebro era simplemente un refrigerador de la sangre y que el órgano de la sensibilidad era el corazón. Eso se debe a que el cerebro es un órgano discreto: está ahí dentro, pero no dice nada; el corazón está latiendo y te está diciendo ‘aquí estoy’. La gente sabe que pensamos con el cerebro porque nos lo han dicho, porque lo hemos aprendido por la ciencia. Pero si te paras a pensar, no hay ninguna señal, ni siquiera intuitiva, que nos esté diciendo que pensamos con lo que hay dentro de nuestra cabeza”.

Si bien en la antigüedad ya había pensadores que sabían que el cerebro era el órgano de la mente, la gente corriente tardó muchos siglos en ser consciente de ello. Y es que, si bien se creía que el cerebro estaba muy relacionado con la personalidad humana, se pensaba que lo que funcionaba en él eran unas sustancias desconocidas que los científicos denominaban “espíritus”, naturales o animales, y a las que no podían dar otro nombre debido a que desconocían la existencia de la química o la electricidad.

En cuanto a las enfermedades neurológicas, Morgado señala que el gran problema era que al principio ni siquiera se tenía claro que estuvieran relacionadas con el cerebro, sino que se creía que estaban provocadas por espíritus u otro tipo de posesiones. “Tardó mucho realmente en establecerse el concepto de enfermedad mental como enfermedad cerebral, porque, como no se sabía cómo funcionaba el cerebro y para qué servía, ¿cómo se iban a asociar las enfermedades mentales a un órgano que se consideraba que no servía para nada?”, indica el experto.

No fue hasta el siglo XVII cuando se empezaron a relacionar con el cerebro los trastornos del movimiento, como la corea, más popularmente conocida como “baile de san Vito” en referencia al nombre del santo de la iglesia donde acudían quienes lo padecían pensando que iban a curarse. Otras enfermedades, como el párkinson o el alzhéimer, no fueron conocidas hasta los siglos XVIII o XIX.

En otro orden de cosas, y hablando de neurología, a Morgado no le gusta que en la actualidad a todo se le anteponga el prefijo “neuro”, algo que considera un acto supremacista y engañoso, con el que parece darse a entender que mediante la neurociencia se va a solucionar todo. “Y no es verdad”, recalca. “Nosotros, los neurocientíficos, lo más que podemos explicar, que no siempre, es por qué funciona lo que funciona y por qué no funciona lo que no funciona en relación con el cerebro y la mente, pero no somos especialistas en los temas que trata, por ejemplo, la educación”.

Tampoco se muestra partidario Morgado de que la neurociencia pueda ser una asignatura específica más allá de los propios ámbitos de la medicina, la psicología y la biología, lo cual no significa que no pueda enseñarse como parte de otras disciplinas. “Dar algunos fundamentos de neurociencia en el mundo de

la educación no me parece mal, pero asignaturas específicas de neurociencia...  
*Zapatero, a tus zapatos*", concluye el experto.

## Libros

### ***La burbuja de la realidad***

**Ziya Tong**

**Ariel, 2021**

**416 páginas**

**ISBN: 978-84-344-3351-9**

De manera clara y amena, Ziya Tong nos presenta los puntos ciegos con los que hemos nacido y cómo la tecnología nos permite ver más allá de los límites biológicos. Asimismo, nos revela cómo, en cuanto sociedad, asumimos una ceguera deliberada; hay cámaras por todas partes, salvo allí donde producimos alimentos y energía, o en los lugares donde van a parar nuestros residuos. Ahondando en los mecanismos que deforman u ocultan la realidad, descubrimos también los puntos ciegos intergeneracionales, modos de pensar que parecen inamovibles, aunque solo son ideas o convicciones heredadas.

### ***El cerebro es más profundo que el mar***

**Anthony David**

**Paidós, 2021**

**224 páginas**

**ISBN: 978-84-493-3816-8**

Como neuropsiquiatra cognitivo, Anthony David reúne muchos campos de investigación: desde la psicología social y cognitiva hasta la neurología. La clave para cada paciente puede ser cualquier cosa: desde un recuerdo traumático hasta un desequilibrio químico, una forma de pensar poco saludable o un tumor oculto. Basándose en su carrera como clínico y académico, el profesor David demuestra cómo estos fascinantes estudios de casos revelan la complejidad única de la mente humana, ampliando los límites de nuestra comprensión.

### ***Escrito en los árboles***

**Valerie Trouet**

**Crítica, 2021**

**328 páginas**

**ISBN: 978-84-9199-307-0**

Valerie Trouet nos lleva desde las remotas aldeas africanas hasta los radiactivos bosques rusos para ofrecernos una mirada privilegiada acerca de las aplicaciones de la ciencia que estudia los anillos de los árboles. Combinando ciencia, historia cultural y diarios de viaje, la autora analiza los peligros naturales y artificiales que han quedado grabados en los anillos de crecimiento para comprender las dinámicas climáticas que han influido en las civilizaciones humanas durante los últimos dos milenios. Y esto lo hace a través de curiosos relatos en los que aparecen piratas, faraones, marcianos, samuráis y Gengis Kan, que se entrelazan hábilmente para desvelar los claros vínculos entre los humanos y los árboles.

## Grandes nombres

# Georg Cantor, el padre de la teoría de conjuntos

Por César Mestre

Ningún matemático había conseguido explicar el infinito hasta las postrimerías del siglo XIX por encima de la idea de que es un valor totalmente inalcanzable. Georg Cantor fue el primero en acometer profundamente una noción tan imprecisa, y lo hizo exponiendo la teoría de conjuntos, que le llevó a la asombrosa conclusión de que existen infinitos de diferentes tamaños. Ante el desprecio a esas ideas escasamente intuitivas, el matemático dudó de sí mismo y padeció varias crisis nerviosas hasta acabar falleciendo recluido en un psiquiátrico. En la actualidad no se entenderían las matemáticas sin sus innovadoras aportaciones.

Nacido en 1845 en la localidad rusa de San Petersburgo, a donde sus padres habían emigrado desde Dinamarca, Georg Cantor pasó la mayor parte de su vida en Alemania. A ese país se trasladaría con su familia a los 11 años debido a la delicada salud de su padre. En 1862 ingresó en la Universidad de Zúrich, pero un año después, tras la muerte de su padre, se mudó a la de Berlín, donde estudió Matemáticas, Física y Filosofía. Se doctoró en 1867 y empezó a trabajar como profesor adjunto en la Universidad de Halle.

Ya desde joven, Cantor sintió interés por el infinito, y siendo un treintañero publicó los artículos que desarrollaron su teoría de conjuntos, en la que expresó diversas ideas sobre el infinito matemático. A su parecer, los conjuntos son colecciones de objetos que pueden poseer finitos o infinitos elementos. Por ejemplo, mientras que el conjunto de los dedos de una mano tiene finitos elementos, el de los números naturales los tiene infinitos.

### Cardinales transfinitos

Estableció el concepto de cardinal como el número de elementos que tiene un conjunto: según el mismo ejemplo, el cardinal del conjunto de los dedos de una mano es cinco y el del conjunto de los números naturales es infinito. Su colega Richard Dedekind, con quien mantuvo correspondencia durante años, ya había considerado los conjuntos infinitos en 1872. Pero Cantor, además, se percató de que no todos los conjuntos infinitos tienen el mismo tamaño; es decir, existen conjuntos infinitos que tienen diferentes cardinales.

El matemático demostró que tanto el conjunto de los números naturales como el subconjunto que contiene de números primos tienen el mismo cardinal y, por tanto, idéntico número infinito de elementos. Para ello, emparejó cada uno de los elementos que integran un conjunto con los elementos del otro, lo que se denomina “establecer una función biunívoca” entre ambos conjuntos.

Sin embargo, en una de sus demostraciones más célebres, Cantor constató que no era posible establecer una función biunívoca entre el conjunto de los números naturales y el de los puntos que constituyen la recta real. De este modo, concluyó que el cardinal del conjunto de los números reales era mayor que el de los números naturales: eran infinitos de diferentes tamaños.

Además, demostró que al cardinal infinito de los números reales le sigue otro mayor, y a este, a su vez, le sigue otro todavía mayor, y así sucesivamente. Al más pequeño de todos estos cardinales infinitos lo denominó *Álef 0* (*Álef* es la primera letra del alfabeto hebreo). A los siguientes los llamó *Álef 1*, *Álef 2*, *Álef 3*, etc. Todos estos cardinales de conjuntos infinitos se denominan *cardinales transfinitos*.

### **Charlatán, renegado y corruptor**

Algunos de los resultados de la teoría de conjuntos eran verdaderamente sorprendentes y colisionaban con la intuición, por lo que Cantor pidió más de una vez a Dedekind que examinara sus demostraciones, y tuvo que esforzarse mucho para convencer a otros compañeros matemáticos más escépticos. A partir de sus descubrimientos, Cantor terminó desarrollando una aritmética transfinita completa que equiparaba las operaciones de suma y multiplicación de los números naturales a los cardinales infinitos que definió. Cada número natural se puede identificar con el cardinal de un conjunto finito. Cantor define las operaciones de suma y multiplicación de números como si fueran operaciones entre los cardinales de conjuntos, ya sean finitos o infinitos.

Cantor y Dedekind fueron grandes matemáticos en su época, pero ninguno de ellos consiguió jamás una posición profesional elevada. Mientras Cantor permaneció casi toda su vida en la Universidad de Halle, una institución modesta, Dedekind no pasó de profesor de secundaria en su ciudad natal, Brunswick. El gran detractor de Cantor fue Leopold Kronecker, su director de tesis, que le impidió ingresar en la prestigiosa Universidad de Berlín todas las veces que trató de hacerlo.

Kronecker postulaba que las matemáticas debían basarse en los números enteros y deploraba de manera sistemática aquellas incipientes nuevas ideas. Llegó a decir de Cantor que era “un charlatán, un renegado y un corruptor de la juventud”. Las críticas de Kronecker terminaron por provocar en 1884 la primera de las crisis nerviosas que Cantor sufrió periódicamente durante el resto de su vida.

### **Agitación**

Muchos autores han sostenido que la enfermedad mental que padecía Cantor la provocó su obsesión por desentrañar los enigmas del infinito. Quizá uno de los que más se empecinó en ello, puede que de manera inadvertida, fue el filósofo y también matemático Bertrand Russell. Cantor visitó por primera vez Gran Bretaña en septiembre de 1911. Estuvo de paso por Londres y escribió a Russell un par de cartas proponiéndole un encuentro, que finalmente no se produjo.

Pero Russell incluyó en su autobiografía, publicada entre 1967 y 1969, una referencia a esas dos misivas y al comportamiento un tanto excéntrico del matemático. “Georg Cantor fue, en mi opinión”, escribió Russell, “uno de los mejores cerebros del siglo XIX [...]. Después de leer la siguiente carta, nadie se sorprenderá de saber que estuvo buena parte de su vida en un asilo para lunáticos”.

Respecto a este comentario, el historiador británico de las matemáticas Ivor Grattan-Guinness, uno de los que primero levantaron su voz contra los motivos matemáticos de la locura de Cantor, escribió en 1971: “Las dos cartas de Cantor tienen un carácter innegablemente errático: de hecho, los manuscritos son todavía más reveladores. Muestran varios de los hábitos que tenía cuando la agitación se apoderaba de él”.

Y añadía: “La caligrafía es muy florida y los renglones tienden a irse hacia arriba conforme progresan en la página; y no solo continúan en los márgenes (algo típico de Cantor), sino que en una página de la segunda carta llegó a escribir de arriba abajo sobre otros renglones que iban, según lo habitual, de izquierda a derecha. Hay, incluso, un párrafo de la carta que está escrito en el dorso del sobre”.

Es muy probable que la enfermedad mental de Cantor se debiera a causas genéticas. “La falta de evidencia documental, combinada con la naturaleza rudimentaria de los tratamientos psicológicos en esa época, impide una evaluación profesional definitiva de la enfermedad mental de Cantor”, escribió Grattan-Guinness.

“Los ataques empezaban de repente, habitualmente en otoño, y mostraban fases de excitación y exaltación. Finalizaban también de repente al inicio de la primavera o del verano, y algunas veces le seguía lo que ahora entendemos que debía de ser la fase depresiva. Lo que se interpretaba entonces como una cura, durante la cual Cantor pasaba el tiempo en casa sentado en silencio horas y horas; pero entonces esta fase también finalizaba de repente y Cantor volvía a su trabajo y ocupaciones”, explicaba este historiador. También fue perturbadora para la estabilidad emocional de Cantor la muerte en 1899 de Rudolf, el más joven de sus seis hijos, a los 13 años de edad.

En mayo de 1917, Cantor sería nuevamente ingresado, contra su voluntad, en el manicomio de la Universidad de Halle. Según Grattan-Guinness, la guerra provocó escasez de alimentos, y el matemático adelgazó y fue presa del cansancio, la enfermedad y el hambre. El 6 de enero murió repentinamente de un ataque al corazón y fue enterrado en Halle, cerca de su hijo Rudolf.

La teoría de conjuntos de Cantor acabó transformándose en el lenguaje común utilizado en las diversas ramas de las actuales matemáticas. Pocos años después de su muerte, el reconocido matemático David Hilbert aseguró que la aritmética transfinita es “el más sorprendente producto del pensamiento matemático y una de las realizaciones más bellas de la actividad humana”.

## **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