

UNIVERSO

N.º 72

20 de marzo de 2016 – 20 de abril de 2016

SUMARIO

- **Presentación**
- **Actualidad científica**
 - Breves
- **En profundidad**
 - En busca del tiempo perfecto. Un reloj atómico marca desde París la hora de todo el planeta
- **En desarrollo**
 - Células madre, chips, genes: ¿cuándo curarán la degeneración macular?
- **De cerca**
 - CCR5, la mutación genética “antisida”. Hablamos con Rafael Duarte, investigador principal del ensayo que busca erradicar el VIH en pacientes con cáncer de sangre
- **Libros**
- **Inventos y descubrimientos**
 - La fotocopidora, la máquina que nació para ayudar a un inventor con artrosis
- **Grandes nombres**
 - El último teorema de Fermat: descifrando el enigma
- **Más allá**
 - La Era Acuario o el individualismo de *My way*

Presentación

Relojes de sol, de arena, clepsidras, resortes mecánicos. A lo largo de la historia, el hombre ha recurrido a todo tipo de artilugios para saciar su obsesión por medir el paso del tiempo. El ganador, por el que hoy se rigen nuestras vidas, es el atómico, un reloj en cuyo interior, en lugar de engranajes, vibran átomos. *Universo* viaja a París, a la oficina que custodia el reloj atómico que marca la hora de todo el planeta.

Este número de *Universo* se hace eco, además, de los pasos que está dando la investigación con células madre para abordar las patologías maculares y del ensayo clínico pionero que acaba de poner en marcha el Hospital Puerta de Hierro de Madrid para erradicar el VIH en pacientes con cáncer de sangre.

La imperiosa necesidad de un físico con artrosis por inventar la fotocopiadora, la resolución del famoso teorema de Fermat y la Era Acuario, en la que supuestamente estamos inmersos, son otros de los asuntos que encontrarás en esta entrega.

Actualidad científica

Breves

Einstein tenía razón: las ondas gravitacionales existen

El 11 de febrero de 2016 quedará grabado a fuego en los libros de historia de la ciencia. Ese día, el Observatorio de Interferometría Láser de Ondas Gravitacionales de Estados Unidos (LIGO) anunció haber captado las ondas producidas por el choque de dos agujeros negros, la prueba que confirma la existencia de las ondas gravitacionales que predijo Albert Einstein.

Exceptuando el descubrimiento del bosón de Higgs en 2012, ningún otro hallazgo en décadas había recibido tanta atención del público como este. No es para menos, puesto que se trata de la primera detección directa que confirma la última predicción realizada por Einstein en la Teoría de la Relatividad General que no había sido demostrada.

Según la Teoría General de la Relatividad (cuya explicación e implicaciones encontrarás en los números 60 y 61 de *Universo*), hay objetos que convierten parte de su masa en energía y la desprenden en forma de ondas que viajan a la velocidad de la luz y deforman a su paso el espacio y el tiempo.

La fuente de ondas gravitacionales por antonomasia es la fusión de dos agujeros negros supermasivos, uno de los eventos más violentos que han existido después del *big bang*. El genio alemán las predijo en 1916 pero también advirtió de que, si realmente hay fusiones de este tipo, suceden tan lejos que sus vibraciones serían indetectables desde la Tierra.

La primera señal se captó el 14 de septiembre de 2015 en los dos detectores idénticos de este experimento, situados uno a 3.000 kilómetros del otro. Procedía de una fusión que sucedió hace 1.300 millones de años y consistió en el violento “abrazo” de dos agujeros negros cuya masa es entre 29 y 36 veces mayor a la del Sol.

Los dos agujeros se fundieron en uno, liberando una energía equivalente a tres masas solares, que salió despedida en forma de ondas gravitacionales en una fracción de segundo. Y todo este proceso de masa transformándose en energía en fracciones de segundo lo describe a la perfección la ecuación más famosa del mundo: $E=mc^2$ (la energía es igual a la masa por el cuadrado de la velocidad de la luz).

Para la comunidad científica, este hallazgo abre un nuevo camino en astronomía. Hasta el momento, esta se ha centrado en la luz en todas sus variantes conocidas, pero estas ondas son comparables al sonido y permiten estudiar objetos que eran totalmente invisibles hasta ahora, especialmente los agujeros negros.

Los resultados científicos del experimento del LIGO han sido aceptados para su publicación en la prestigiosa revista *Physical Review Letters*.

Granada inaugura un laboratorio que fabricará grafeno

La Universidad de Granada puso en marcha a finales del pasado enero su Laboratorio de Grafeno y Semiconductores Bidimensionales, uno de los centros públicos más completos de Europa dedicados a la fabricación y caracterización de este material, al nivel de los que ya existen en la Universidad de Cambridge, en Reino Unido, o en la Universidad de Stanford, en Estados Unidos.

Con una inversión de más de 500.000 euros, las nuevas instalaciones permitirán fabricar grafeno y desarrollar nanodispositivos electrónicos para aplicaciones IoT (*Internet of Things*, “la Internet de las cosas”) y dispositivos ponibles, aquellos que se colocan en la ropa y están siempre encendidos.

El grafeno es una finísima lámina formada por una única capa de átomos de carbono con unas propiedades mecánicas, ópticas y eléctricas espectaculares. Es un material durísimo, transparente, flexible y con una conductividad eléctrica y térmica elevadísima, lo que le confiere un gran número de aplicaciones.

Hacer más ejercicio no es sinónimo de quemar más calorías

No por dedicar más tiempo al deporte se consigue perder más peso, al menos, a largo plazo. Así lo concluye un estudio realizado por la Universidad de la Ciudad de Nueva York, y cuyos resultados recoge la revista *Scientific American*.

La investigación, que analizó los hábitos de alimentación y ejercicio físico de más de 300 hombres y mujeres durante una semana, sugiere que nuestro cuerpo se adapta al gasto de energía a partir de cierta cantidad de ejercicio, por lo que el consumo de calorías se estabiliza. De esta manera, doblar la cantidad de ejercicio físico no se traduce en consumir el doble de calorías.

El CSIC logra reducir un tercio el colesterol “malo” en cerdos

Un equipo liderado por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha logrado reducir un 18 por ciento el colesterol total en sangre y un 28 por ciento las concentraciones de colesterol LDL (el “malo”) en cerdos alimentados con una dieta alta en colesterol y grasas saturadas.

Según explica el CSIC, los experimentos fueron realizados en cerdos de la raza Yorkshire de unas ocho semanas de vida y unos 10 kilos de peso, alimentados a base de semillas de maíz y soja. El tratamiento experimental, que se prolongó durante tres semanas, consistió en la ingesta combinada de un prebiótico (la β ciclodextrina) y un probiótico (la bacteria *Lactobacillus acidophilus*) dos veces al día, con controles cada semana para analizar el colesterol total, el colesterol LDL (el “malo”) y el HDL (el “bueno”).

El trabajo podría tener aplicaciones en el diseño de nuevos productos lácteos funcionales, mediante la incorporación de un probiótico y un prebiótico capaces de secuestrar y asimilar el colesterol.

Uno de cada tres españoles tendrá cáncer

Un tercio de la población española tendrá cáncer en algún momento de su vida y, según la Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM), esa cifra no deja de aumentar.

Teniendo en cuenta las previsiones demográficas proporcionadas por Naciones Unidas, la SEOM estima que en 2020 habrá cerca de 250.000 nuevos casos de cáncer en nuestro país, un 12,6 por ciento más que en 2012, cuando se registraron 215.500 nuevos diagnósticos.

Los tumores más frecuentes entre la población española son el cáncer de colon (con 32.000 casos nuevos en 2012), el de próstata (casi 28.000), pulmón (27.000), mama (25.000) y vejiga (14.000).

La prevalencia del cáncer –el número de pacientes que continúan vivos a los 12 meses, a los tres o a los cinco años tras el diagnóstico– es, en general, alta en nuestro país, pero difiere en cada tipo de tumor. Así, mientras en el cáncer de pulmón la prevalencia a los cinco años es relativamente baja, en el de mama, para el mismo periodo, es muy alta.

Con respecto a la mortalidad, la SEOM calcula que hubo cerca de 103.000 fallecimientos por esta causa en 2012, unos 63.500 en varones y 39.000 en mujeres. Para 2020, la cifra podría ascender a las 118.000 muertes.

Modelos matemáticos para pronosticar grandes nevadas

Un grupo de científicos de la Universidad Complutense de Madrid y de la Universidad de León ha diseñado un modelo numérico para pronosticar la aparición de grandes nevadas y minimizar los problemas que ocasionan en el transporte.

Según informó la Universidad Complutense, el trabajo se basó en datos reales de nevadas ocurridas entre enero de 2013 y marzo de 2014 en la cuenca del Duero, región de Castilla y León que abarca gran parte de las provincias de León, Palencia, Burgos, Zamora, Valladolid, Soria, Salamanca, Ávila y Segovia. Los datos arrojados por el modelo y los registros reales fueron bastante similares.

Predecir la aparición de nevadas resultará de gran utilidad para minimizar los problemas de transporte por carretera, ferroviario y aéreo que suelen llevar aparejados estos fenómenos.

Para que la predicción sea más precisa, los investigadores han empleado un modelo mesoscalar con una resolución horizontal de tres kilómetros, lo que permite una simulación adecuada de las interacciones entre la atmósfera y la orografía del terreno.

En profundidad

En busca del tiempo perfecto

Un reloj atómico marca desde París la hora de todo el planeta

Por Leonor Lozano

El Reloj de Gobernación, más conocido como “el de la Puerta del Sol”, marca cada Nochevieja nuestra entrada a un nuevo año, en un momento en el que la isla de Samoa, Rusia, Australia y China –por citar algunos ejemplos– ya han pasado página al calendario. El secreto de tanta precisión está en París, en una oficina que custodia el reloj atómico que marca la hora de todo el planeta. *Universo* viaja a la capital del Sena para contarte cómo funciona.

Relojes de sol, de arena, clepsidras, resortes mecánicos. A lo largo de la historia, el hombre ha recurrido a todo tipo de artilugios para saciar su obsesión por medir el paso del tiempo. El ganador, por el que hoy se rigen nuestras vidas, es el atómico, un reloj en cuyo interior, en lugar de engranajes o péndulos, vibran átomos.

El primer reloj atómico se creó en 1949. Solo dos décadas más tarde, en 1968, uno de estos aparatos permitió fijar la duración exacta de un segundo: nueve mil ciento noventa y dos millones seiscientos treinta y un mil setecientos setenta periodos de la transición hiperfina del átomo de cesio 133. Quien se atreva, que lo memorice.

Un poquito de historia

¿Qué es, exactamente, un reloj atómico? Para responder a esta pregunta, Felicitas Arias, la directora del Departamento del Tiempo de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París (la que marca la hora de medio planeta), se remonta varios siglos atrás.

“El hombre ha sentido siempre la necesidad de medir el paso del tiempo. En un principio, se trataba de seguir el ritmo de siembras y cosechas y de calcular distancias a partir del tiempo que se tardaba en recorrerlas. Se buscó un fenómeno periódico y natural que le diera una medida, y, como era de esperar, la sucesión de días y noches fue la mejor candidata”, relata la astrónoma argentina.

Más tarde, “los intereses del hombre evolucionaron” y llegaron las horas, los minutos y los segundos, aunque “basados en una simple relación que dice que en 24 horas todo punto sobre la Tierra da exactamente una vuelta completa de un círculo imaginario”. Sin embargo, a finales del siglo XIX se comprobó que nuestro planeta “tiende a rotar con una velocidad cada vez más pequeña” y que los días, medidos con relojes uniformes, “se hacían cada vez un poco más largos”.

Este hallazgo dio paso a la definición del sistema internacional de unidades, con el que el segundo (“el segundo SI”) pasó a considerarse “una fracción del periodo de rotación de la Tierra” y, “exactamente, como la 86.400 parte del día”. Surgió también la noción de “escala” y, con ella, el sistema GMT (Tiempo del Meridiano de Greenwich), “rebautizado” luego como UT (Tiempo Universal). El tiempo, por primera vez, era el mismo para todo el mundo.

Un salto “cuántico”

En un principio, los relojes no fueron más que artilugios “guarda-tiempo”. Porque, según Arias, estos objetos “no definían la manera de medir el tiempo, sino, solamente, de materializarlo en una escala”. Los encargados de “ponerlos en hora” y de subsanar las irregularidades de la rotación terrestre eran los astrónomos, y las estrellas, sus indicadores de medición.

El siguiente paso llegó de manos de la Física y, concretamente, del desarrollo de las técnicas de espectroscopia en microondas durante la Segunda Guerra Mundial, que permitió estudiar la respuesta de los átomos a las ondas electromagnéticas. “Se observó que las transiciones de energía estaban acompañadas por la emisión o la absorción de una radiación, que la frecuencia de estas transiciones podía medirse con relojes de cuarzo”, y que todo esto “posibilitaba redefinir el segundo”.

A mediados de los 50, el físico inglés Louis Essen desarrolló su “patrón de frecuencia atómico” y, utilizando átomos de cesio, puso en marca el primer reloj de este tipo, 200 veces más preciso que las mediciones astronómicas. Corría el año 1955. Acababa de nacer el tiempo atómico.

Bienvenidos a un mundo globalizado

En 1968, la Conferencia General de Pesas y Medidas, reunida en París, modificó la definición de segundo, estableciendo la cifra eterna que ofrecimos al comienzo de este reportaje (y que nos abstendremos de repetir). La escala de tiempo atómica se adoptó en 1972, pero era uniforme y, dado que “los marinos” necesitaban “una hora de tipo solar, asociada a la rotación irregular de la Tierra”, se diseñó el Tiempo Universal Coordinado, el hoy omnipresente UTC, como escala de referencia mundial.

El UTC se basa en el tiempo atómico, pero exige agregar un segundo “cuando es necesario” para compensar la rotación irregular de nuestro planeta.

Escalas y siglas aparte, ¿cómo influye el reloj atómico en nuestras vidas? Según la astrónoma argentina, “el advenimiento del tiempo atómico ha ampliado el horizonte humano”. “Nos permite comunicarnos y transmitir información con más facilidad y vivir en un mundo globalizado”, asegura esta experta.

Los sistemas de navegación GPS, la telefonía móvil, Internet, los parquímetros, los radares de tramo que utiliza la Guardia Civil, los semáforos foto-rojo (los que multan) y la llamada “ventanilla única” (el agrupamiento en una sola

instancia u organismo de todos los trámites que el ciudadano debe realizar ante la Administración pública) son algunas de las aplicaciones que hacen posible los relojes atómicos.

Trabajar “manteniendo el tiempo”

El epicentro del tiempo atómico por el que se rigen nuestras vidas se sitúa en la localidad de Sèvres, muy cerca de París, en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM, por sus siglas en francés). En esta organización intergubernamental, fundada en 1875 para garantizar la uniformidad y equivalencia en las mediciones a nivel mundial, un equipo de ocho personas –dirigidas por la astrónoma Felicitas Arias– trabaja “para mantener el tiempo”.

Conforman el departamento una astrónoma –que es Felicitas–, dos geodestas, un físico, un matemático, un ingeniero, un calculista y un técnico de laboratorio, procedentes de Argentina, China, Italia, Suecia, Chad y Francia. Entre todos, calculan mensualmente el UTC, y lo hacen a través de los datos que proporcionan 74 institutos de unos 50 países mediante “500 relojes atómicos industriales y una docena de relojes de laboratorio, los llamados ‘patrones primarios’, que son los que dan la mejor realización del segundo del sistema internacional de unidades”. Y, según Arias, los institutos “más destacados” se encuentran en Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia, España, China, Japón, Inglaterra y Rusia.

¿Para qué sirve ese trabajo?, se preguntará el lector. “Para establecer la hora legal de cada país”, explica la astrónoma argentina. Así, mientras que el UTC “es una combinación de teorías y procesos matemáticos dentro de un algoritmo”, las horas legales se obtienen “sumando o restando de UTC un número de horas para aproximarlos al huso horario adoptado por cada país o región”. En el huso horario centrado en el meridiano de Greenwich, al que pertenecen Inglaterra y Portugal, la hora legal coincide con el UTC. Europa central adopta la hora correspondiente a UTC-1 horas y, a medida que avancemos hacia el este, la diferencia horaria se hará más grande, hasta UTC-12. Hacia el oeste, por el contrario, el UTC aumenta con pasos de una hora.

¿Cómo funciona un reloj atómico?

El sucesor actual del primer reloj atómico que puso en marcha Louis Essen a mediados de los años 50 es un reloj de cesio industrial que ofrece una precisión “10.000 veces mejor” que la del reloj atómico primigenio. Ahora bien, pese a lo que indica su nombre, su apariencia dista mucho del concepto de reloj que todos conocemos.

Según Arias, los relojes atómicos son “sistemas físicos” compuestos por “un recinto calentado que contiene cesio y que permite crear un jet de átomos”. Cajas metálicas, en definitiva, que encierran campos magnéticos, átomos y microondas en su interior para provocar una transición energética de electrones y emitir señales periódicas. En último término, un circuito electrónico indica la hora.

El margen de error con el que estos relojes calculan cada segundo es tan insignificante que la hora se puede adelantar o retrasar un segundo cada 30 millones de años. “No nos permitimos errores, es nuestra consigna de trabajo”, señala la astrónoma argentina.

Pocos lectores lo recordarán, pero el último minuto de 2008 tuvo 61 segundos, y lo mismo ocurrió el 30 de junio de 2015. ¿Qué hay de estos “ajustes”? Felicitas explica que se trata del llamado “segundo intercalar”, una forma de ganar tiempo al tiempo y de corregir la desaceleración de la rotación de la Tierra. Pero la decisión de añadirlo no compete al BIPM, sino al Servicio Internacional de la Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia, que “estudia y controla la rotación terrestre con referencia al tiempo atómico”. Según Arias, “para mantener la diferencia entre sus horas por debajo de los 0,9 segundos, esta organización anuncia cuándo debe añadirse en los relojes nacionales un segundo al UTC”.

Un capitán de navío al mando de la hora española

¿Y en España, quién marca la hora? La respuesta a esta pregunta está en Cádiz, en el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando. Allí se encuentra el conjunto de relojes atómicos que determinan la hora legal española, la hora ROA, uno de los 50 del mundo que participan en la generación del UTC. *Universo* ha hablado con Francisco Javier Galindo, capitán de navío y jefe de la Sección de la Hora del Observatorio.

Según cuenta, al igual que el BIPM, el Observatorio de la Armada basa su escala de tiempo en una batería de relojes atómicos que, en este caso, está constituida por “cinco patrones de haz de cesio tipo *high performance* (de alto rendimiento) y un máser de hidrógeno activo”. Para que el lector se haga una idea: según Galindo, “un patrón de tipo haz de cesio no ocupa más de 50 centímetros de ancho, 50 de largo y 15 de altura, y pesa unos 30 kilos, aproximadamente”.

El equipo de 11 personas que capitanea Galindo disemina la hora ROA “en tiempo real” y, desde que se puso en marcha, solo ha registrado un “percance”. Sucedió el 31 de diciembre de 1995 (Galindo lo recuerda a la perfección porque acababa de nacer uno de sus hijos), por culpa de la caída de un cable de alta tensión en las inmediaciones del Observatorio. “Una serie de fallos en cadena provocaron una parada en todos los relojes del laboratorio, a excepción de uno, que fue el que nos permitió recuperar la situación”, asegura el capitán.

¿Qué nos espera en el futuro? Preguntado al respecto, Galindo alude a las posibilidades que ofrecerán el desarrollo de relojes ópticos y el uso de redes de fibra óptica para la transferencia y diseminación de tiempo. Según el capitán de navío, “podrían suponer la redefinición, en unos años, de la unidad de tiempo SI y de la escala UTC”.

Como ven, la búsqueda del tiempo perfecto no cesa.

En desarrollo

Células madre, chips, genes: ¿cuándo curarán la degeneración macular?

Por Refugio Martínez

En 2014, en Estados Unidos, se realizó un experimento con células madre en 18 personas con patologías maculares. En su momento, sorprendieron los resultados por su carácter alentador. Ahora, hay que añadir las expectativas que ofrecen los implantes biónicos, la investigación con microelectrodos cerebrales (como la que desarrolla la Universidad Miguel Hernández, en colaboración con la ONCE) y las terapias génica y farmacológica. ¿Cuánto falta para curar la degeneración macular?

La degeneración macular es una de las principales causas de baja visión o ceguera en nuestro país. Se estima que el tres por ciento de las personas mayores de 65 años la padecen en todo el mundo. Esta enfermedad es degenerativa y provoca una disminución de la agudeza visual como consecuencia de una afectación en la parte central de la retina o mácula, que “es la encargada de la visión central, es decir, de la lectura, la escritura o el reconocimiento de las caras”, explica Santiago Abengoechea, especialista en vítreo-retina del Centro de Oftalmología de Barraquer.

En estos casos, la pérdida de visión se produce porque las células del epitelio pigmentado situadas en la mácula se atrofian e impiden el correcto funcionamiento de otras células, llamadas fotorreceptores (conos y bastones), “que son los responsables de la formación de la visión”, aclara Abengoechea. El problema es que, en estos casos, las células no son capaces de reproducirse como ocurre con las de la piel y, “cuando dejan de funcionar, lo hacen para siempre”, lo que provoca la pérdida de la visión central.

Para intentar arreglar esta deficiencia visual, el equipo de investigación coordinado por Robert Lanza, jefe científico de Advanced Cell Technology, realizó, en la Universidad de California (Estados Unidos), un estudio a 18 personas con problemas maculares, algunos con degeneración macular asociada a la edad y otros con una patología genética llamada enfermedad de Stargardt.

Para reemplazar las células deterioradas, su primer logro fue la obtención de células madre de origen embrionario. Después, consiguieron diferenciarlas, es decir, convertirlas en las células deseadas que, en este caso, eran las del epitelio pigmentado y, por último, insertaron las células ya diferenciadas en la retina del paciente para que se integrasen en el tejido y realizaran su función.

¿Curación con células madre?

El problema en este tipo de enfermedades reside en que las células del epitelio pigmentado situadas en la mácula que sirven de soporte a los fotorreceptores

se mueren, y esto genera una reacción en cadena que termina afectando a la visión. Con este estudio, lo que se pretendía era favorecer el hábitat a los fotorreceptores supervivientes mediante la implantación de nuevas células del epitelio pigmentado y conseguir, de esta manera, frenar la degeneración.

Lo complicado de estas operaciones es que se insertan células del epitelio pigmentado en un espacio hostil, porque todo lo que está alrededor de las células trasplantadas está dañado como consecuencia de la enfermedad. “Por eso, se está trabajando ahora en trasplantar las células madre dentro de un sistema de soporte que suponga un medio más favorable para su supervivencia. Sería como una especie de andamiaje”, afirma Alfredo García Layana, consultor de la Clínica Universidad de Navarra y coordinador del Programa de Retina de la Red de Investigación Cooperativa RETICS del Instituto de Salud Carlos III.

Este tipo de intervenciones está todavía en fase experimental y son complicadas, “porque requieren técnicas combinadas: la unión de biotecnología para producir ese andamiaje, más biología para obtener las células modificadas”. Por eso, Alfredo García Layana advierte de que, “de momento, son investigaciones experimentales, realizadas en pocos pacientes y donde lo que prima es la seguridad”.

Además, en el estudio realizado en la Universidad de California, de manera secundaria, se observó que algunos pacientes mejoraron su visión. “Una posible explicación es que esas células del epitelio, una vez trasplantadas, pudieron liberar sustancias que sirviesen para que algunos de esos fotorreceptores que estaban moribundos mejorasen y volvieran a funcionar”.

En cualquier caso, para García Layana es importante matizar que “esto no significa que los pacientes volvieran a ver con normalidad, ni que pudieran volver a conducir, tan solo supuso una leve mejoría”. En la actualidad, todos los estudios de este tipo que se están realizando se encuentran en la fase 1 o fase de seguridad, es decir, que se centran “en comprobar si estas células producen más daños del que ya hay, porque puedan provocar rechazos o tumores”, aclara García Layana.

En este sentido, lo que se ha podido demostrar con el trabajo liderado por Robert Lanza es la seguridad del uso terapéutico de las células madre y, aunque estos resultados no sean tan mediáticos como lo sería la noticia de la curación de la ceguera, “es un hallazgo realmente importante”, afirma Alfredo García Layana.

¿Cuánto tiempo queda para que estas terapias se conviertan en operaciones rutinarias? “Aunque la comunidad científica está muy esperanzada –continúa García Layana–, este entusiasmo, de cara a los pacientes, hay que transmitirlo con prudencia. Esta pregunta se lleva haciendo muchos años y todas las respuestas que se han dado han fallado porque han sido demasiado optimistas”.

Terapias alternativas

Otro tipo de terapia que se está aplicando en pacientes con retinosis pigmentaria es la de visión artificial. En estos casos, lo que se pretende es sustituir células por tecnología, por implantes biotecnológicos. “Mediante una cirugía, que puede durar tres o cuatro horas, se implanta un chip, tocando la mácula. Los pacientes pasan de ver muy poquito, solo la luz, a reconocer bultos. Para ellos, es un cambio muy drástico saber si tiene una persona a la izquierda o la derecha, si tiene un plato con cubiertos o no. Es un avance muy importante”, explica Santiago Abengoechea.

Aunque, en opinión de Alfredo García Layana, la visión artificial con implantes biónicos está avanzando más rápido que otras terapias, “esto no quiere decir que en el futuro las dos terapias, la biológica y la biotecnológica, puedan ser complementarias”.

La ONCE, por cierto, colabora en una investigación de la Universidad Miguel Hernández para el desarrollo de un nuevo sistema basado en pequeños microelectrodos intracerebrales, que en el futuro podría ayudar a personas con ceguera o con baja visión residual a mejorar su movilidad, e incluso, de una forma más ambiciosa, a percibir el entorno que les rodea y orientarse en él.

Otra línea que va a unirse a estas técnicas curativas es la terapia génica, con la que se pretende modificar genéticamente células enfermas. “Esta es otra de las unidades de trabajo que tenemos en nuestra Universidad. Sacamos células del ojo de los animales, las modificamos genéticamente fuera del ojo y las volvemos a introducir para que produzcan sustancias que ayuden a la mácula a sobrevivir y a mantenerse”, comenta García Layana.

En la actualidad, también se están usando terapias con fármacos ansiogénicos para la degeneración macular de tipo húmeda asociada a la edad. Estos tratamientos son muy eficaces, en opinión de Juan Donate López, responsable de la unidad de retina del Hospital Clínico San Carlos, porque, “aunque son pacientes crónicos que requieren muchas consultas y muchas inyecciones, se evita que las personas con este tipo de patología se queden ciegas en un 90 por ciento de los casos”.

El otro campo de trabajo es el diagnóstico. “Ahora somos capaces de ver lo que está pasando en la retina con muchísima antelación y con una resolución tremenda”, explica Juan Donate López. Esto se puede encajar en el área de prevención, “pero también en cuanto al tratamiento, porque cada vez entendemos mejor lo que pasa y eso hace que las pautas de tratamiento y los protocolos sean cada vez más adecuados y provechosos”.

Aunque la comunidad científica es, a día de hoy, muy prudente a la hora de determinar un plazo para la curación de la ceguera, y, aunque todavía estamos muy lejos de encontrar una solución, lo cierto es que estas numerosas investigaciones en el campo de la biología, la biotecnología y la genética son la mejor garantía de que todo este tesón científico, antes o después, dará sus frutos.

De cerca

CCR5, la mutación genética “antisida”

Hablamos con Rafael Duarte, investigador principal del ensayo que busca erradicar el VIH en pacientes con cáncer de sangre

Por Leonor Lozano

En 2008, un trasplante de médula ósea realizado en Berlín libró de la infección por VIH a un paciente con leucemia. La clave parece estar en la mutación genética que presentaban las células sanguíneas que recibió. Para validar la experiencia, España acaba de poner en marcha el primer ensayo clínico del mundo que busca erradicar el VIH en pacientes oncohematológicos mediante el uso de sangre de cordón umbilical. Rafael Duarte, su investigador principal, nos da todos los detalles.

El 22 de octubre de 2015, la Organización Nacional de Trasplantes (ONT) convocó una rueda de prensa en Madrid para informar de que había identificado 157 unidades de sangre de cordón umbilical con la variante genética CCR5 Delta 32, que parece conferir una resistencia natural frente al virus del sida. Un valiosísimo elemento terapéutico si se tiene en cuenta que los cordones con dicha mutación son una auténtica rareza tanto en España como en el resto del mundo.

Según los datos de la ONT, solo el uno por ciento de la población mundial presenta dicha variante. En nuestro país, su prevalencia es aún menor, puesto que solo figura en el 0,63 por ciento de las muestras que almacenan los bancos públicos de sangre de cordón españoles. Para localizar 157, de hecho, ha habido que buscar entre más de 25.000 unidades. Una aguja en un pajar.

Además de constatar la escasa prevalencia de esta mutación en las células sanguíneas de la población española, el hallazgo de esas unidades raras dio luz verde al primer ensayo clínico del mundo para erradicar el VIH mediante un trasplante de sangre de cordón umbilical con esa mutación en pacientes oncohematológicos. Un estudio que, con toda probabilidad, abrirá nuevas vías en el abordaje del sida.

Berlín y Barcelona: los orígenes

El hematólogo cordobés Rafael Duarte, jefe del departamento de Oncohematología y Trasplante Hematopoyético del Hospital Puerta de Hierro de Madrid, está al frente de esta investigación. Cuenta que el estudio está financiado por la Fundación Mutua Madrileña y promovido por la Fundación de Investigación Biomédica del hospital al que pertenece. Y su objetivo, según afirma, es entender los factores clave que determinan la curación de la infección por VIH, generar la primera evidencia científica sobre el uso terapéutico de la sangre de cordón CCR5 Delta32 y validar experiencias preliminares al respecto “de forma controlada y segura”.

Con *experiencias preliminares* se refiere a dos casos aislados que arrojaron evidencias de curación con este método. El primero de ellos se remonta al año 2008, cuando un paciente con leucemia aguda mieloide e infección por VIH recibió en Berlín un trasplante de médula ósea de donante no emparentado, cuyas células madre sanguíneas presentaban la variante genética CCR5.

“Se demostró, por primera vez, que la infección por el virus del VIH se puede curar con un trasplante de donante adulto y sin tratamiento antirretroviral”, destaca el hematólogo. Porque, “siete años después, no hay ni rastro del virus en este paciente: ni en sangre, ni en lo que los virólogos llaman los ‘órganos reservorio’”. “Con los criterios que tenemos”, apostilla el doctor, “se puede decir que está curado”.

Cinco años después, otro trasplante (esta vez, de sangre de cordón) permitió eliminar el virus del sida en otro paciente con linfoma de Barcelona. “Este caso probó por primera vez que este efecto de curación de la infección por el VIH se puede conseguir también con trasplante de cordón umbilical con la misma variante genética. Esto es importante, porque es mucho más probable encontrar un cordón con la variante CCR5 que un donante voluntario adulto y, por tanto, muchos más pacientes VIH positivo con indicación de trasplante podrían beneficiarse y curarse”, asegura Duarte.

Posibles candidatos

Para someterse a este trasplante hay que ser mayor de edad; estar infectado por el VIH; padecer leucemia, linfoma u otra neoplasia hematológica, y carecer de un donante familiar con antígenos leucocitarios humanos idénticos.

Al preguntarle por qué no es una solución para los pacientes con sida que no tienen cáncer, el doctor Duarte es claro: por una cuestión de riesgo. “La toxicidad del método es demasiado elevada y se puede asumir para curar un cáncer o una enfermedad hematológica grave, pero no en pacientes con una infección por VIH sin cáncer, cuyas expectativas de vida son muy buenas con su tratamiento a base de antirretrovirales”, sentencia.

Según este investigador, la mortalidad por complicaciones tras un trasplante de donante en el primer año se sitúa en torno al 20-25 por ciento de los casos, con lo que “la supervivencia a largo plazo es solamente de un 50-60 por ciento”.

Estas cifras, en opinión de Rafael Duarte, “solo están justificadas en pacientes con enfermedades muy graves y con un riesgo de morir como consecuencia de su dolencia muy superior a eso”. En quienes solo están infectados por el VIH, simplemente, “no tiene sentido”.

En febrero –cuando entrevistamos al doctor Duarte–, había “varios posibles candidatos en valoración recibiendo tratamiento”, pero el investigador principal del estudio quiso dejar claro que el protocolo que se aplica en este caso nada tiene que ver con aquel por el que se rigen los demás trasplantes: “La gente cree que para llevar a cabo un ensayo clínico hay pacientes aguardando, como si se tratara de un trasplante de riñón o de hígado. En el de médula no es así,

puesto que no se trata de personas que puedan esperar. Desde que a alguien le diagnostican una leucemia hasta que se trasplanta, normalmente pasan cuatro, cinco o seis meses, no más. Es más, los pacientes que se someterán a un trasplante a finales de año todavía no saben que tienen leucemia”.

Modus operandi

Llegado el momento, la operación se realizará en el Hospital Puerta de Hierro de Majadahonda. Y, en principio, “una sola unidad” de cordón umbilical bastará para que un paciente oncohematológico se vea libre del VIH.

¿Cómo se procederá a eliminar el virus, técnicamente? Según el doctor Duarte, “las células inmunes del paciente, después del trasplante, expresarán la variante CCR5 delta 32, que impide la entrada del VIH en las células, por lo que estas se volverán resistentes a él”. Dicho de otro modo: se trata de “incluir de forma artificial la alteración del CCR5, como el que le cambia la cerradura a una puerta para que la llave de la que dispone el virus no la pueda abrir”.

A priori, la técnica “ofrece una curación a largo plazo” para estos pacientes, pero “habrá que confirmarlo con el ensayo clínico” que se acaba de poner en marcha.

“Hay tan poca evidencia –están solamente los pacientes de Berlín y de Barcelona– que no sabemos si, realmente, este procedimiento cura definitivamente, ni en qué condiciones, en qué tipo de pacientes o con qué tipo de virus. Disponer de toda esta información ayudará a generar estrategias más seguras”, concluye el hematólogo.

Libros

La prueba

Mado Martínez

Editorial Planeta

ISBN: 978-84-08-15101-2

350 páginas

A través de evidencias empíricas, testimonios reales y casos explicables, la investigadora Mado Martínez trata de demostrar la existencia del más allá y lanza un mensaje de esperanza ante la muerte.

La prueba es fruto de un trabajo de campo que ha llevado a Martínez a recorrer buena parte del mundo en busca de respuestas a la mayor de todas las inquietudes del ser humano: ¿hay vida después de la muerte?

Un libro que acerca al lector a los mensajes del más allá como nunca antes se los habían contado.

Los delitos del futuro

Marc Goodman

Editorial Ariel

ISBN: 978-84-344-2294-0

800 páginas

Marc Goodman, una de las autoridades más destacadas en materia de seguridad mundial, conduce a los lectores a las profundidades del ciberespacio para mostrar cómo delincuentes, empresas y gobiernos utilizan la tecnología contra el ciudadano.

Pero *Los delitos del futuro* es también un poderoso y útil manual de supervivencia *on line* que da claves para evitar riesgos, reforzar nuestro derecho a la intimidad y encarar el futuro desde la seguridad y el control sobre nuestros aparatos tecnológicos antes de que sea demasiado tarde. Un libro que se lee como una novela de ciencia ficción, pero que está basado en hechos científicos.

La realidad no es lo que parece

Carlo Rovelli

Tusquets Editores

ISBN: 978-84-9066-190-1

272 páginas

Este libro aborda algunos de los mayores misterios de la física cuántica: ¿de qué está compuesta la realidad?, ¿cuál es la estructura profunda de las cosas?, ¿cómo se conjuga la gramática de la naturaleza? A medida que nuestros instrumentos de observación se perfeccionan, surgen nuevas estructuras cuyo comportamiento desafía las leyes de la lógica.

El físico y teórico italiano Carlo Rovelli logra aclarar los entresijos de la teoría de la relatividad general y los últimos descubrimientos en torno a los agujeros negros, mientras nos contagia su entusiasmo por la belleza del cosmos y por las sorpresas que puede depararnos nuestro viaje a la última frontera del conocimiento físico.

Inventos y descubrimientos

La fotocopidora, la máquina que nació para ayudar a un inventor con artrosis

Por Jaime Andreani

La fotocopidora no cuenta ni con un siglo de vida. Fue diseñada por el físico Chester Carlson, que la creó por necesidad, porque padecía artrosis, era miope y necesitaba copiar rápidamente documentos para desempeñar a la perfección su trabajo de oficina. Su empeño lo llevó a tener lista una patente en 1938, pero hasta 1947 no se la compraron. Cuando empezó a comercializarse, en 1960, se convirtió en una de las máquinas más vendidas, capaz de transformar una pequeña empresa en una gran multinacional.

El físico Chester Carlson nació en Seattle (Estados Unidos) en 1906. Empezó a trabajar muy joven, porque tenía que cuidar a sus padres, que padecían artrosis. No realizó estudios superiores hasta que pudo matricularse en Física en un instituto californiano, estado al que se trasladó con su padre tras el fallecimiento de su madre.

Recién graduado, se lanzó a buscar trabajo y, tras mucho esfuerzo, lo logró en un despacho de abogados que gestionaba el registro de patentes. La labor de Chester era copiar documentos a máquina, pero pronto empezó a desarrollar los síntomas de la artrosis que torturó a sus padres y a acentuarse su miopía, por lo que su trabajo le resultaba bastante difícil.

Obsesionado por mejorar sus condiciones de trabajo, decidió buscar un método para la copia rápida de documentos. Para desarrollar su proyecto, alquiló la trastienda de un salón de belleza y leyó muchos estudios sobre materiales fotosensibles y semiconductores, sobre todo los escritos del biólogo búlgaro Georgi Nadjakov, que estuvo investigando en esta materia.

El trabajo y la constancia de Carlson lo llevaron a diseñar la primera fotocopidora, que fue presentada el 22 de octubre de 1938. Apenas unos meses después, en marzo de 1939, su creador registraba su patente en Nueva York.

Esta primera fotocopidora duplicaba los documentos en blanco y negro, aunque en la patente Chester Carlson escribió algunas observaciones para hacer copias a varios colores, lo que inspiró el posterior diseño de la fotocopidora en color.

La primera fotocopia que se hizo tenía el siguiente texto: "10-22-38 ASTORIA". El mensaje se leía nítidamente, pero el fondo estaba bastante sucio, imperfección que hizo que compañías como IBM o General Electric descartasen la compra de la patente.

Esta primera fotocopia la conserva la compañía Xerox en sus archivos como uno de los tesoros históricos de la empresa.

Precedentes

El intento de encontrar un método para la copia rápida de documentos tenía precedentes.

En el siglo XVIII, James Watt, conocido por ser quien inventó la primera máquina de vapor comercialmente rentable, patentó una tinta que facilitaba la copia de un documento varias veces. La patente de Watt no prosperó porque tenía varios inconvenientes: primero, que la copia se realizaba solo con documentos que eran escritos a pluma y, en segundo lugar (y, seguramente, la mayor objeción), que el original debía ser escrito al revés para que pudiera leerse el documento copiado.

La pequeña empresa Haloid confía en Carlson

Tras no poder vender su patente en primera instancia, Chester Carlson fue contratado en 1944 por el Battelle Memorial Institute, donde trabajó en el perfeccionamiento de su invento.

En 1947, la empresa Haloid Corporation, que se dedicaba a la venta de papel fotográfico, se hizo con los derechos de la patente de la fotocopidora y contrató a Carlson para que siguiera desarrollando su máquina. El físico estadounidense había inventado lo que él llamó la xerografía, un término que significa “imagen seca”, ya que su fotocopidora no utilizaba ningún tipo de líquido para la realización de los duplicados.

Haloid se volcó de tal manera en desarrollar la fotocopidora que en 1959 cambió el nombre de la compañía por Xerox Corporation y, al año siguiente, sacó al mercado su primera fotocopidora, la Xerox 914, que fue todo un éxito comercial.

En poco tiempo, Xerox pasó de ser una pequeña compañía de Rochester, en el Estado de Nueva York, a una de las multinacionales de tecnología más potentes del mundo.

Método de realización de copias

Las primeras fotocopadoras fueron las electrostáticas, en las que la imagen a reproducir se proyecta directamente sobre el papel, cuya superficie queda sensibilizada con cargas eléctricas. Seguidamente, el papel se somete a un baño de tóner y las partículas se fijan en las zonas con carga eléctrica; de este modo, se daba lugar a la copia definitiva.

Este procedimiento se modificó con la invención en 1973 de la fotocopia en color por parte de la empresa Canon, que posteriormente, y basándose en este método, desarrolló la fotocopidora láser en 1986.

El nuevo proceso de fotocopiado consiste en que el documento original es barrido por un rayo de luz intensa que proyecta la imagen sobre un tambor giratorio de superficie fotosensible, que se carga electrostáticamente en correspondencia con la imagen del documento. Sobre el tambor se distribuye un polvo pigmentado –el tóner–, que se adhiere a las zonas con carga eléctrica, que son las que reproducen la imagen. La imagen pigmentada es transferida del tambor al papel dispuesto en la fotocopidora, que finalmente se calienta para fijar de modo definitivo el pigmento sobre la copia.

Lamentablemente, Chester no pudo ver el desarrollo tecnológico de su invento, porque falleció en 1968.

Grandes nombres

El último teorema de Fermat: descifrando el enigma

Por Javier Cuenca

La controversia entre la llamada matemática pura y la aplicada ha sido una constante en la historia de las matemáticas. Aquellos que se muestran radicales defensores de la primera desprecian a veces a quienes se dedican a las aplicaciones prácticas de las matemáticas y los tachan de mercantilistas y utilitarios, mientras que los leales a la segunda suelen considerar inútil la matemática que no cuenta con una directa aplicación para resolver los problemas tecnológicos y científicos que la sociedad tiene planteados en cada momento.

Cuando a finales del siglo XIX la escuela matemática de Prusia se impuso a la francesa, la matemática llamada *pura* se colocó por delante de la *aplicada* en esa disputa. Pero Francia supo, a través de un grupo de jóvenes matemáticos que se reunieron en los años 30 bajo el nombre de un general de la guerra franco-prusiana, Nicolás Bourbaki, tomar de nuevo el mando de la investigación matemática e imponer a Occidente, tras la Segunda Guerra Mundial, la que se denominó “matemática moderna”.

En los últimos 20 años, quizás por el fracaso que supuso la enseñanza de esa matemática moderna en universidades y centros escolares o, tal vez, por el notable desarrollo que han tenido las nuevas tecnologías, la importancia de las aplicaciones matemáticas se ha impuesto sobre la forma más “pura” de abordar dicha materia.

Sin embargo, es curioso que la última vez que las matemáticas han sorprendido al mundo y ocupado las primeras páginas de los periódicos haya sido con un asunto que pertenece al dominio de la matemática pura. El 23 de junio de 1993, en la última conferencia de un simposio de matemáticas celebrado en Cambridge, Andrew Wiles ofreció a un emocionado auditorio la demostración de uno de los teoremas más fascinantes de la historia de las matemáticas: el de Fermat.

Una prueba maravillosa

Pierre Fermat, jurista de profesión y matemático aficionado, nació en 1601 en el noroeste de Francia. Vivió en Toulouse, donde dedicaba todo el tiempo que le dejaba libre su trabajo de alto funcionario del Rey a estudiar matemáticas. Su entretenimiento favorito consistía en enviar sus propios problemas y enunciados de teoremas a matemáticos profesionales, retándolos a que los resolvieran.

Su libro preferido era una traducción latina de 1621 de la obra *Aritmética*, de Diofanto. El Libro II de esta *Aritmética* trataba sobre las ternas pitagóricas, esos

tríos de enteros que ya dejó claro Euclides que existían en número infinito y que cumplían la igualdad $A + B = C$. El tema de las ternas entretuvo al jurista francés hasta que se le ocurrió una pequeña modificación: subir el grado de la ecuación de dos a tres.

El asunto parecía ahora no tener ninguna solución y tampoco la tenía si seguía aumentando el grado a cuatro, cinco, seis, etcétera. Quizá el problema no habría adquirido las dimensiones históricas que tomó si Fermat no hubiera escrito al margen de su teorema lo siguiente: “Es imposible escribir un cubo como la suma de dos cubos, o una cuarta potencia como suma de dos cuartas potencias o escribir, en general, cualquier potencia mayor que dos como suma de dos potencias iguales. Poseo una prueba maravillosa para esta afirmación, a la que este margen viene demasiado estrecho”.

Una prueba que jamás apareció, y que se convirtió en un reto para todos los matemáticos posteriores. En 1963, un escolar inglés de 10 años de edad llamado Andrew Wiles entró en la biblioteca municipal, como solía hacer las tardes que no tenía clase, y tropezó casualmente con un libro que, partiendo del teorema de Pitágoras, relataba el enigma de Fermat. El niño, impresionado con la historia, empezó a tejer un sueño que, gracias a sus profesores de matemáticas, fue alimentando a medida que continuaba sus estudios: ¿por qué no podría ser él quien demostrara por fin que tal ecuación era irresoluble para números enteros?

Con esta obsesión llegó a doctorarse en la Universidad de Cambridge y en los años 80 emigró a Estados Unidos, donde ejerció como profesor en la Universidad de Princeton y pronto alcanzó fama de ser uno de los grandes matemáticos de su generación. A partir de 1986, Wiles desapareció de los círculos de actividad matemática, sin que nadie supiera de él. Había decidido recluírse para consagrar toda su energía a su antigua obsesión infantil: resolver el teorema de Fermat.

De modo que, tras su intervención en el mentado simposio de matemáticas celebrado en Cambridge el 23 de junio de 1993, Wiles acaparó las primeras páginas de todos los periódicos del mundo. Era tan inusual que los medios de comunicación se internaran en el terreno matemático que la sociedad entera estaba conmovida: algo muy importante debía de haber sucedido. Pero enseguida se empezó a escuchar que la demostración no era correcta, que la solución propuesta por Wiles había sido nuevamente una falsa alarma, que resultaba fallida.

En efecto. La comisión evaluadora que se había formado para estudiar las 200 páginas de la demostración de Wiles había detectado un error. Y la frustración de aquel no tuvo límites cuando se dio cuenta de ello.

Volvió a su encierro de Princeton, revisó todos sus escritos y, con la inapreciable ayuda de su colega Richard Taylor, pudo por fin, el 25 de octubre de 1994, difundir un nuevo comunicado en el que afirmaba que la demostración había sido reparada. Wiles había realizado definitivamente su sueño.

Más que un aficionado

Según explica Simon Singh en su libro *El enigma de Fermat*, el teorema tiene sus orígenes en las matemáticas de la antigua Grecia, dos mil años antes de que el francés planteara el problema en la forma en que se conoce hoy en día. Por lo tanto, conecta los fundamentos matemáticos creados por Pitágoras con las ideas más sofisticadas de las matemáticas modernas.

Adolfo Quirós, profesor de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid y director de *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, explica a *Universo* que la fama del teorema deriva de su resultado “sencillo y bonito”, y de que, “si uno no es capaz de resolverlo, es que de algún modo no está entendiendo bien los números”, lo que provoca “un cierto disgusto” a los matemáticos.

El intento de entender la ecuación de Fermat ha propiciado que se desarrolle una enormidad de matemáticas que han resultado muy prácticas para otras cosas, incluso a partir de demostraciones fallidas. “Por ejemplo, intentar demostrar el último teorema de Fermat factorizando polinomios. Se descubrió que no siempre se podía”, añade Quirós.

Ningún expediente del joven Fermat muestra que destacara especialmente en matemáticas. Pero no cabe duda de que fue un verdadero “académico aficionado” a la materia, un hombre al que E. T. Bell llamó el “príncipe de los aficionados”, tal y como recoge Singh en la mencionada obra. Aunque la mayoría de los matemáticos del siglo XVII eran aficionados, Fermat fue un caso excepcional.

El funcionario francés siempre rehusó con tenacidad revelar sus demostraciones. La exposición pública y el reconocimiento no significaban nada para él y le bastaba con el simple placer de crear nuevos teoremas inamovibles. Sin embargo, había en él una veta de malicia que, unida a su discreción, explica que algunas veces se comunicara con otros matemáticos solo para tomarles el pelo. Escribía cartas con su teorema más reciente sin acompañarlo de la demostración y retaba a sus contemporáneos a dar con ella.

Dado que los matemáticos utilizan los teoremas como escalones para llegar a otros resultados, se volvía imprescindible demostrar cada uno de los de Fermat. El mero hecho de que afirmara que tenía la prueba de un teorema no era suficiente para aceptarlo así como así. A medida que pasaron los siglos, todas las observaciones del galo fueron probadas una a una, pero el último teorema se negó con terquedad a ceder tan fácilmente. De hecho, se le denomina “el último teorema” porque fue la última de las afirmaciones que quedó por demostrar.

En opinión de Quirós, su resolución ha resultado tan ardua porque implica un conocimiento profundo del funcionamiento de los números. “Con los números tienes problemas de sumar y de multiplicar, y la dificultad de este tipo de ecuaciones, como la de Fermat, es que juntan multiplicaciones $-X$ elevado a lo

que sea— con sumas. Y, al mezclar dos estructuras, se complica. Cuanto más alto es el exponente, más difícil es entenderlo”, señala.

El prestigio del enigma ha llegado incluso más allá del cerrado universo matemático. En un relato breve de Arthur Porges, *El diablo y Simón Flagg*, Satanás pide a un humano que formule una pregunta. Si consigue responderla en el transcurso de 24 horas, el alma del hombre será suya, pero si se equivoca, le pagará la cantidad de cien mil dólares.

Entonces Simón le plantea la pregunta de si es posible probar el último teorema de Fermat, y el diablo, tras volar alrededor del mundo para empaparse de todas las matemáticas que se han elaborado desde el principio de los tiempos, regresa al día siguiente y admite su derrota. “¿Sabes —le dice Satanás a Simón— que ni siquiera los mejores matemáticos de otros planetas, todos mucho más avanzados que el tuyo, lo han resuelto? Hay un tipo en Saturno semejante a una seta con zancos que resuelve mentalmente ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, y hasta él ha desistido”.

Más allá

La Era Acuario o el individualismo de *My way*

Por Refugio Martínez

La Era Acuario ha sido para el espíritu como la leyenda de El Dorado para nuestra cuenta bancaria: una ensoñación inexistente. Siempre hemos querido vivir en un mundo donde la armonía y la paz reinasen por defecto, donde los seres humanos fluyan amorosos con la empatía como emblema y la alegría como estado de ánimo. Esta utopía es la imagen que nos ha llegado sobre la Era Acuario; sin embargo, este planteamiento dicta mucho de la realidad, y el presidente de la Sociedad Española de Astrología, Juan Trigo, explica a *Universo* por qué.

Desde el punto de vista astrológico, existen miles de influjos procedentes de las estrellas, y uno de ellos es el producido por las eras astrológicas. Para entender un poco mejor en qué consisten estos periodos cosmológicos, Juan Trigo, presidente de la Sociedad Española de Astrología (SEA), explica que “la Tierra tiene tres movimientos: uno, el de su propio eje (rotación), que marca los días; el segundo, sobre el Sol (traslación), que marca los meses y los 12 signos del zodiaco, y, el tercero, de precesión de los equinoccios, que marca las eras astrológicas”.

Este último es un movimiento de ligero retroceso que se produce cuando la Tierra gira sobre su propio eje. Algo parecido ocurre cuando una peonza danza en el suelo: esa oscilación hacia atrás es lo que se denomina precesión. La precesión se determina cuando el eje vertical de la Tierra está apuntando a una constelación u otra. Este movimiento es tan lento que, en vez de tardar un mes en pasar de una constelación a otra (como ocurre con los signos del zodiaco), tarda casi tres mil años.

Si bien es cierto que cada era dura aproximadamente 2.700 años, también es cierto que los expertos no se han puesto de acuerdo en determinar el momento exacto en que se termina la Era de Piscis para dar relevo a la de Acuario. Según Elsa M. Glover, ocurrirá en el año 2.638; según Shepherd Simpson, en el 2.080 y, según Samael Aun Weor, el 4 de febrero de 1962 cruzamos el umbral de la Nueva Era, *New Age* o Era de Acuario.

A pesar de las discrepancias con las fechas, en lo que sí hubo unanimidad entre los astrólogos es en la convicción de que las eras afectan de algún modo al comportamiento y la forma de pensar de los seres humanos. En este contexto, la Era Acuario fue concebida como una era que destacaría por un cambio en la conciencia del ser humano, una era de hermanamiento universal que llevaría asociado un tiempo de prosperidad, abundancia y paz.

Aunque todas estas ideas empezaron a gestarse a finales del siglo XIX, al amor de las sociedades secretas, lo cierto es que fue en los años 60 del siglo pasado cuando cristalizaron. Los movimientos antibelicistas y la espiritualidad *hippie*, en Estados Unidos y en Europa, encontraron en los valores de la *New*

Age un soporte perfecto para dar forma a su sentido de la vida, sus pensamientos y sus ideologías.

Sin embargo, en la actualidad, estos planteamientos de la *New Age* probablemente están tan trasnochados como los propios *hippies* y, como este movimiento no destacó por tener una base sólida, a menudo ha sido objeto de burla. “Sin embargo, desdeñar un movimiento espiritual con el argumento racional de que contiene inexactitudes fácticas es, en cierto sentido, una muestra de que no se ha entendido nada. Las religiones y la espiritualidad son mapas de nuestro territorio emocional, no de nuestro intelecto”, explica, muy acertadamente, John Higgs en su libro *Historia alternativa del siglo XX*.

Las dos caras de la misma moneda

Si simplificamos lo explicado anteriormente a la mínima expresión, tan solo queda la asociación de estos conceptos: paz y amor con *New Age*. Asociación que, en su momento de gestación, estaba cargada de sentido, porque “la humanidad se ha encontrado en medio de guerras que no ha querido y, casi siempre, en nombre de Dios”, apunta el presidente de la SEA. Si a eso le sumamos las dos grandes guerras mundiales, es normal que surgiera una amalgama de creencias, movimientos y seudorreligiones que abanderaran el hermanamiento entre los hombres.

Sin embargo, en opinión de Trigo, ese mensaje de paz y amor nos ha llegado trastocado, porque Acuario no es un signo que se asocie con la paz: “Acuario es el gran rebelde, el que rompe los esquemas porque se rebela contra las estructuras que ha creado Capricornio para garantizar su seguridad. Acuario es el que te está diciendo dónde está tu libertad”.

En algunos aspectos, “la Nueva Era no es más que un montaje que empezó con las corrientes ocultistas del siglo XIX y que –añade Trigo– el afán de dinero ha engordado”. Para empezar, “no hay un signo mejor que otro y Acuario no es el salvador. Acuario es un signo independiente. Es el *My way* que cantaba Frank Sinatra, que corresponde a una persona que hace su vida. La ventaja es que ayuda a los demás sin pedir nada a cambio, porque no quiere ligarse ni siquiera a las gracias”.

En este sentido, para el astrologo, igual que todas las monedas tienen dos caras, en la *New Age* también se pueden advertir una cara y una cruz. Por un lado, “la ventaja es que le da a la gente una esperanza de que no todo está definido, atado y bien atado. No todo está determinado por la religión, por el pecado, la culpabilidad y los preceptos monolíticos de la Iglesia. Hay una esperanza en el individuo como persona”.

El inconveniente es convertir a la *New Age* en una seudorreligión que anula al individuo como tal, porque encorsetarse dentro de una corriente va en contra de la naturaleza intrínseca de Acuario. En este sentido, Trigo explica que, “en el momento en que nosotros mismos nos clasificamos dentro del movimiento, estamos perdiendo nuestro individualismo y nuestra capacidad crítica. La Era

Acuario hace individuos libres y no individuos que se vinculan a un movimiento que los encasilla, por muy *New Age* que se autodenominen”.

¿Nos influyen los astros?

“La astrología es tan antigua como el ser humano”, afirma el presidente de la SEA. Durante siglos, la astrología ha sido la única ciencia de la que se han servido las civilizaciones antiguas para interpretar y determinar el comportamiento de la vida. Pero, ¿cómo puede afectar la posición de los planetas y las estrellas en nuestro destino? ¿De qué forma podría influir el universo en un pequeño microcosmos como es el cuerpo del ser humano?

“Así como la Luna arrastra las mareas, ¿cómo no va a arrastrar nuestras emociones, si somos el 70 por ciento de agua?”. Y, con esta misma lógica, Juan Trigo explica que, “si notamos los efectos de la Luna, por su cercanía, a pesar de ser tan solo un pedrusco, ¿cómo no nos van a influir otras enormes masas en movimiento como Neptuno o Venus?”.

En toda esta enormidad infinita que es el Universo y con tanto tránsito de planetas, constelaciones y estrellas, ha llegado el momento de preguntarse hasta qué punto podemos notar los efectos del *My way* de la Era Acuario.

Para ponernos en situación, Trigo matiza que “estamos bajo miles de influjos, muchísimos, por eso es importante entender las eras como una nota de fondo dentro de este enorme influjo de energías”. Pero, si todos los seres humanos estamos dentro del mismo influjo cósmico, ¿por qué a cada uno nos afecta de una manera diferente? “Porque –aclara Trigo– cada uno de nosotros tiene una carta astral, que se determina en función del lugar, el día y la hora de nacimiento y que supone una pauta energética, un manual de instrucción complejísimo, completo y preciso”.

En opinión del presidente de la SEA, además de una carta individualizada, el ser humano nace con algo que nos hace únicos y diferentes al resto de los animales: nuestra curiosidad, nuestra capacidad para preguntarnos por el porqué de las cosas. Pues bien, ahora que estamos en el umbral de esta nueva era, ¿por qué no fundimos los influjos de Acuario con nuestra curiosidad natural? “Para experimentar, para investigar, para estudiar. No tenemos nada que perder, solo la ignorancia”, concluye el astrologo.

HASTA EL PRÓXIMO NÚMERO...

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

Puedes escribirnos:

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

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

Revista UNIVERSO
Servimedia
C/ Almansa, 66
28039 Madrid