

EL ORIGEN DE TODO

Hubo un instante muy remoto en el que todo el universo estuvo comprimido en el tamaño de un guisante, en forma de una sopa cósmica homogénea que... Un momento. Así, a palo seco, no hay quien se lo crea, ¿verdad? Pues vamos a contártelo de nuevo y mejor...

POR SILBIA LÓPEZ DE LACALLE

VAMOS A IRNOS MUY ATRÁS para contar la historia de todo lo que existe. Pero, antes, nos paramos en 1929, cuando el astrónomo y ex boxeador Edwin Hubble demuestra, tras muchas observaciones, que las galaxias se alejan unas de otras y que además este desplazamiento aumenta con la distancia: cuanto más distantes, a mayor velocidad se alejan. ¿Cómo explicarlo? Coge un globo y pinta unas galaxias (con unos puntitos vale). Al hincharlo, las galaxias de ese pequeño universo en dos dimensiones se alejarán con el mismo patrón que observó Hubble hace ochenta años, y que se conoce como la expansión del universo.

Y, si el fenómeno de la expansión ya resulta sorprendente, procedamos ahora a *deshinchar* el universo: las galaxias se irán acercando las unas a las otras hasta converger en un punto diminuto de gran densidad, menor incluso que el guisante con el

que comienza este artículo. Pues se cree que así empezó todo: hace 13.700 millones de años, toda la materia y energía estaban contenidas en un punto infinitamente denso y pequeño que experimentó una violenta expansión, origen del tiempo, el espacio y todas las agrupaciones de materia.

Es lo que conocemos como *Big Bang* y constituye, hasta la fecha, el

esqueleto teórico que mejor explica el origen del universo en el que vivimos. Pero hablamos de un universo radicalmente distinto al que observamos hoy día: una centésima de segundo después del *Big Bang*, la materia y la radiación (lo que los profanos conocemos como luz) se encontraban mezcladas en una sopa cósmica con una densidad cuatro mil millones de veces mayor que la del agua y a una temperatura de unos cien mil millones de grados. No había galaxias ni estrellas, tan solo núcleos de hidrógeno, helio, electrones libres (todos ellos objetos con carga eléctrica) y muchísima radiación. La densidad de partículas cargadas era tan alta que un fotón, la partícula elemental de la radiación, tenía muchas probabilidades de interactuar rápidamente con ellas o, lo que es lo mismo, sólo podía recorrer un camino muy corto hasta encontrarse con un electrón o un núcleo de materia.

Sin embargo, a medida que el universo se expandía, la temperatura iba

TRES CLAVES

- 1** Todo comenzó hace 13.700 millones de años.
- 2** Al principio no había galaxias ni estrellas. Toda la materia y energía estaban comprimidas en una sopa cósmica con pequeñísimos grumos.
- 3** Pasaron cientos de millones de años hasta que se formaron las primeras estrellas, mucho mayores que las de hoy.

8.700 MILLONES DE AÑOS

Se forma el Sol y el Sistema Solar

1.200 MILLONES DE AÑOS

Se forman los núcleos de galaxias como la Vía Láctea

400 MILLONES DE AÑOS

Primeras estrellas

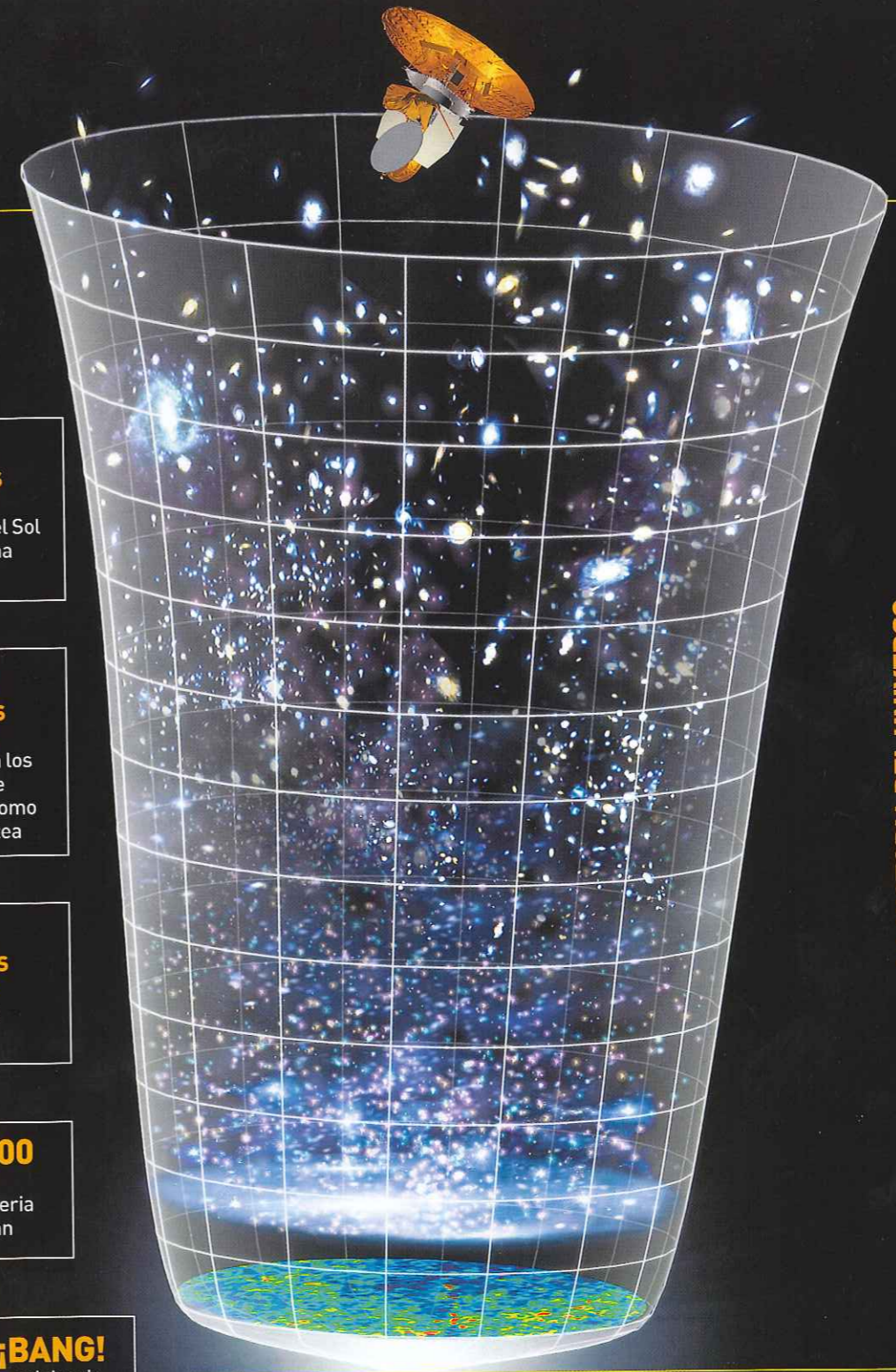
300.000 AÑOS

Luz y materia se separan

0 Años ¡BANG!

El instante originario del universo tuvo lugar hace 13.700 millones de años

LA HISTORIA DEL UNIVERSO
13.700 MILLONES DE AÑOS



¿SABÍAS QUE...?

EL MODELO DEL 'BIG BANG' fue desarrollado por el físico George Gamow, pero fue otro, Fred Hoyle, quien lo bautizó así. Y eso que creía en un universo eterno e inmutable, sin principio ni final.

disminuyendo. Llegó un momento en que los electrones comenzaron a ser *atrapados* por los núcleos, formando los primeros átomos de hidrógeno y helio, objetos sin carga eléctrica. Así, los fotones dejaron de tener obstáculos con los que interactuar y comenzaron a viajar por su cuenta: la materia y la radiación se desacoplaron. Esto ocurrió cuando el universo contaba con unos 300.000 años (y en esa etapa era muy joven todavía, porque las últimas estimaciones calculan su edad en nada menos que unos 13.700 millones de años).

EL BIG BANG EN TU TELE

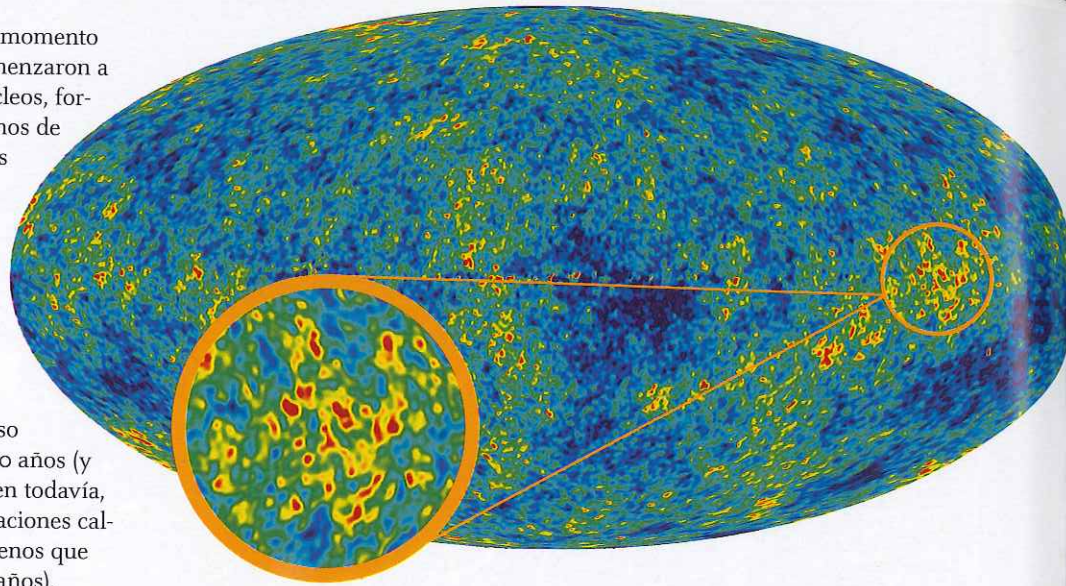
Desde entonces, aquellos fotones han proseguido su camino sin interrupción e impregnan todo el universo en forma de radiación fósil uniforme. Eso sí, su temperatura ha disminuido hasta los 270°C bajo cero y se sitúa en la zona de microondas del espectro electromagnético, imposible de observar a simple vista. Pero, para nuestro asombro, podemos detectar esta radiación encendiendo el televisor sin sintonizar: aproximadamente

un 1% de la multitud de puntos que brillan desordenados en la pantalla son el remanente de la gran explosión, emitidos directamente desde el *Big Bang* a nuestro salón. Esta radiación primordial se denominó fondo cósmico de microondas, y su uniformidad constituye una de las pruebas de la teoría del *Big Bang*: sería, y de hecho se ha intentado, muy difícil imaginar una fuente de radiación local que fuera tan uniforme.

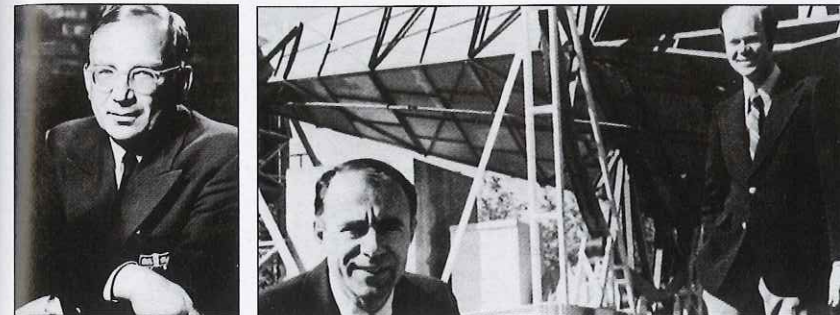
Cualquiera un poco suspicaz tendrá sus sospechas: ¿cómo se convierte

ese puré tan bien batido en lo que vemos hoy: grandes vacíos salpicados por agrupaciones de galaxias en forma de filamentos? La teoría más aceptada defiende que pequeñas fluctuaciones en la densidad de la materia original fueron el germen de estas estructuras. Es decir, dentro de esa sopa cósmica había grumos de densidad algo mayor. Para ser precisos, un 0.01% mayor (esto equivale a una ola de tres milímetros de altura en un lago de treinta metros de profundidad). A medida que el universo

NASA



UN 1% DE LOS PUNTOS QUE VES EN UNA TELE SIN LOS CANALES BUSCADOS VIENE DEL *BIG BANG*



¿GENIOS LADRONES? Algunos creen que Penzias y Wilson [arriba], descubridores del fondo cósmico de microondas [izquierda], le *robaron* el Nobel a Georges Gamow [derecha], autor de la teoría del *Big Bang*. Eso sí, tuvieron hasta que limpiar excrementos de paloma de la antena con la que trabajaban para lograrlo.

evolucionaba, la gravedad hizo que alrededor de estas zonas se acumulara materia, originando concentraciones y vacíos, y estableciendo así el origen de la estructura que observamos en la actualidad. Pero (la ciencia está llena de *peros*) si existieron esas fluctuaciones, la radiación cósmica de fondo debería conservar sus huellas y mostrarse menos uniforme de lo que parecía al principio; tendrían que existir pequeñas variaciones de temperatura, reflejo de las semillas primigenias de nuestra estructura a

gran escala. En 1989, la NASA puso en órbita el *Cosmic Background Explorer* (COBE), un satélite especialmente diseñado para medir el fondo cósmico de microondas que detectó esas pequeñas variaciones en la distribución de temperaturas, lo que demostró que en el universo inicial la distribución de materia y energía no era perfectamente homogénea.

ALGO BÁSICO Y EXTRAÑO

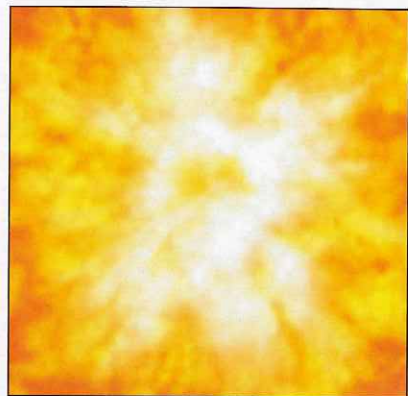
Otro *pero* más: los astrónomos compararon esas irregularidades primigenias

con la imagen actual y resultó que los 13.700 millones de años que se le atribuyen al universo son insuficientes para el desarrollo de estructuras tan grandes. Hacía falta un aglutinante, y se retomó el concepto de materia oscura, que dos astrónomos desarrollaron de forma independiente en los años treinta: por un lado, Fritz Zwicky, al medir las velocidades de las galaxias en el cúmulo de Coma, descubrió que se movían tan rápidamente que la gravedad atribuible a la materia luminosa resultaba insuficiente para mantenerlas unidas. Debía, por lo tanto, existir algún tipo de materia no visible cuya gravedad impidiera la separación. Por su parte, Jan Oort llegó a una conclusión similar pero aplicada al movimiento de las estrellas dentro de las galaxias.

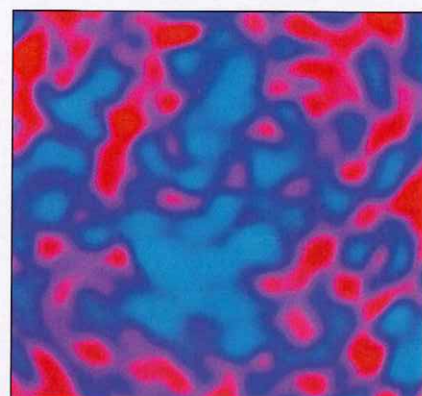
La materia oscura resulta bastante difícil de imaginar: todo lo que vemos, desde nuestro vecino hasta una galaxia, está formado por protones, neutrones y electrones, y constituye lo que se conoce como materia ordinaria (o bariónica, para los científicos). La materia oscura, por el contrario, se compone de partículas exóticas, no brilla —ni emite ni refleja luz— y tiene una interacción muy débil con la materia ordinaria.

6 GRANDES MOMENTOS DEL UNIVERSO

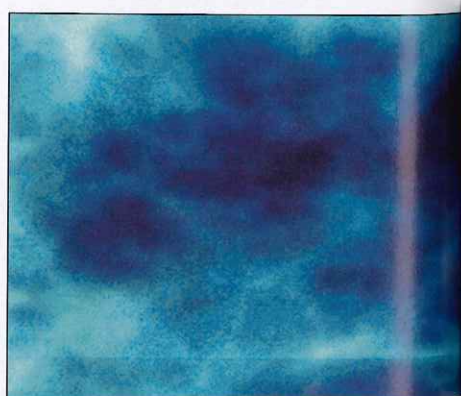
Las variaciones de temperatura existentes en el universo primitivo dieron lugar a las grandes



1. Tiene lugar el *Big Bang*.



2. Luz y materia se separan.

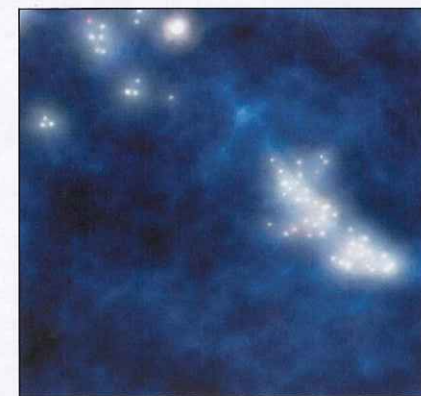


3. La era oscura (no existen las estrellas).

estructuras galácticas que observamos hoy. Pero paso a paso.



4. Surgen las primeras estrellas.



5. Nacen las galaxias.



6. El universo actual.

ÁTOMOS Y PERSONAS. "Llevó menos de una hora hacer los átomos, unos cuantos cientos de millones de años hacer las estrellas, ¡pero cinco mil millones de años hacer al hombre!" (Georges Gamow)

LA MAYORÍA NO SE VE. Gran parte de la materia del Universo es oscura: se compone de partículas exóticas, no brilla y apenas interactúa con la materia ordinaria. Es decir: no la podemos ver

Vamos, que no la podemos ver. Por suerte, sí que responde a la gravedad, y así es como puede estudiarse.

He aquí cómo la materia oscura soluciona el problema de la falta de tiempo del universo: supongamos que, al principio, hay materia oscura y bariónica en equilibrio. Los científicos creen que la primera tiene unas propiedades de interacción diferentes a la segunda, y empieza a agruparse mucho antes; de ese modo, la materia bariónica tiene el camino preparado y cae sobre los grumos ya formados.

Por lo tanto, la materia oscura constituye, además de un misterio (aún no se han identificado las partículas que la componen), una de las piezas para que el modelo de universo hoy día aceptado funcione.

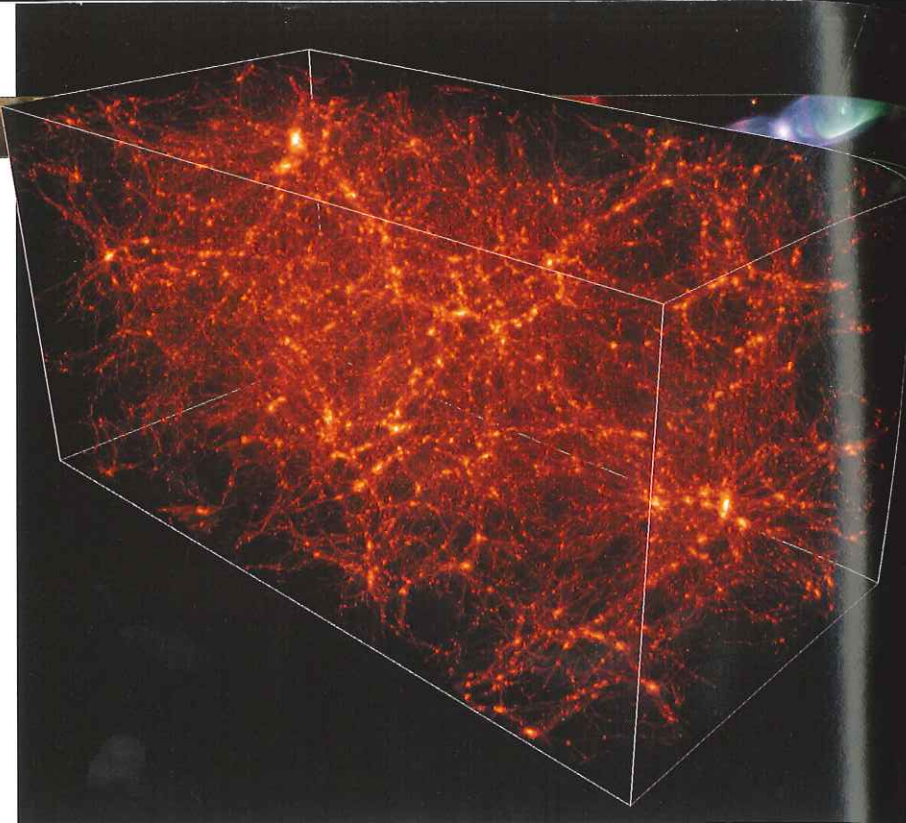
MÁS COSAS OSCURAS

Si con un elemento extraño no era suficiente, agárrate porque vienen curvas: a finales del siglo pasado, los astrónomos descubrieron que el universo vive en la actualidad una etapa de expansión acelerada, y no constante o decelerada como se creía. Esto sería el efecto de *algo* contrario a la gravedad que provoca una repulsión

ESTO ES TODO, AMIGOS. La estructura a gran escala del universo está dominada por regiones filamentosas (agrupaciones de materia) y grandes vacíos.

a gran escala y acelera la expansión. Esta antigravidad, conocida como energía oscura, constituiría el 72% de la densidad total del universo, aunque aún se desconoce su naturaleza (una teoría muy extendida habla de un tipo de energía que surge del vacío).

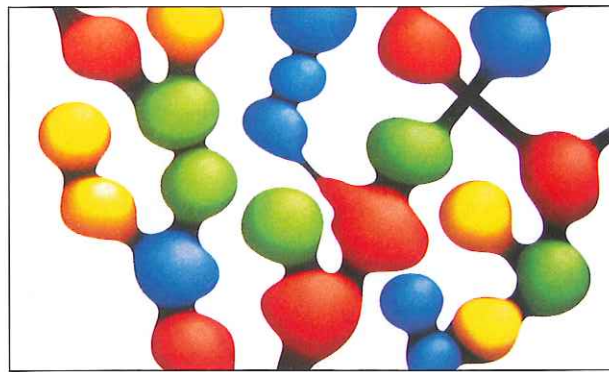
El resto del contenido del universo se distribuiría en un 23% de materia oscura y un 5% de materia ordinaria. Así que no sólo estamos compuestos de un tipo de materia poco común en el universo, sino que además apenas conocemos qué es lo que lo forma.



VISIONES DE AYER Y (QUIZÁ) DE MAÑANA



EN 1888. El texto que acompañaba este dibujo muestra el desconocimiento de la época: "Qué es entonces esta bóveda azul, que ciertamente existe y nos impide ver las estrellas durante el día".



¿EN EL FUTURO? Algunos cosmólogos creen en múltiples universos que están naciendo constantemente. Cada uno se ilustra como una burbuja en expansión que surge de otro, y cuyas leyes físicas difieren.

ARRIBA: PICHON Y COLABORADORES. (MIRAS). DERECHA: TELESCOPIO HUBBLE

LA ENERGÍA QUE SE ESCONDE. El 72% de la densidad del universo es energía oscura, una especie de antigravidad de naturaleza desconocida. Algunos la explican como una energía que surge del vacío.



PARITORIO DE ESTRELLAS BEBÉ. Miles de estrellas se están formando en esta nube de gas y polvo, la nebulosa de Orión. Aun así, queda mucho tiempo para que la noche brille en esta región del universo.

UNA CUESTIÓN DE LÓGICA

¿SABES DE VERDAD POR QUÉ LA NOCHE ES OSCURA?

PRIMERA RESPUESTA: Pues porque el Sol se oculta, ¿no? Vale, pero añadamos un dato que mortificó a los astrónomos durante siglos y que se conoce como la paradoja de Olbers, en honor al astrónomo alemán que la formuló en 1823 (no fue el único, pero sí quien la difundió): si el Universo es ilimitado, y se halla poblado uniformemente por un número infinito de estrellas, ¿no debería el cielo nocturno brillar como si fuera un manto de estrellas? O, dicho de otro modo, si un observador mira al cielo, ¿no tendría su línea de visión que toparse necesariamente con una estrella?

Pues hubo respuestas para todos los gustos: unos argumentaban que la luz se debilitaba con la distancia, otros hablaban de un material interestelar que absorbía su luz y algunos incluso imaginaban una especie de pared oscura que rodeaba el espacio que habitamos. Y, sorprendentemente, quien atisbó la respuesta no fue un astrónomo, sino un escritor: **Edgar Allan Poe**. Un año antes de morir escribió *Eureka: un poema en prosa* (1848), un ensayo donde afirmaba que "la única forma [...] de entender los huecos que nuestros telescopios encuentran en innumerables direcciones sería suponiendo una distancia al

fondo invisible tan inmensa, que ningún rayo proveniente de ahí fue todavía capaz de alcanzarnos". Poe introduce un concepto importante: el universo anda falto de tiempo. En 1901, el matemático y físico escocés **Lord Kelvin** puso en números esta teoría: para que la noche fuera brillante, necesitaríamos tener esa distribución uniforme de estrellas hasta una distancia de cientos de billones de años luz, y según los últimos datos, el universo tiene sólo 13.700 millones de años. El Universo es oscuro porque es muy joven y, de hecho, esa oscuridad prueba que hubo un origen. Por otro lado, como averiguó **Edward Harrison**

en 1964, además tiene muy poca energía. Harrison leyó sobre la paradoja de Olbers y decidió calcular la cantidad de energía que sería necesaria para tener un universo iluminado con incontables estrellas. El resultado le conmovió: para que el cielo nocturno fuese brillante se necesitaría una cantidad de energía diez billones de veces superior a la que se estima que tiene: las estrellas deberían generar diez billones de veces más energía o debería haber diez billones de veces más estrellas, pero la cantidad real no llega ni por asomo: sería como intentar calentar una casa en invierno con una vela.