

New Scientist

Nada. Del cero absoluto al olvido cósmico

Reflexiones insólitas
acerca de la nada

Edición de Jeremy Webb



Alianza editorial
El libro de bolsillo

Título original: *Nothing. From Absolute Zero to Cosmic Oblivion – Amazing Insights into Nothingness*

Publicado por primera vez en Gran Bretaña por Profile Books, Ltd., en 2013

Traducción: Dulcinea Otero-Piñeiro

Revisión científico-técnica de la traducción: David Galadí-Enríquez, doctor en física

Diseño de colección: Estudio de Manuel Estrada con la colaboración de Roberto Turégano y Lynda Bozarth

Diseño de cubierta: Manuel Estrada

Fotografía de Amador Toril

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Copyright © New Scientist, 2013

© de la traducción: Dulcinea Otero-Piñeiro, 2015

© de la revisión científico-técnica de la traducción: David Galadí-Enríquez, 2015

© Alianza Editorial, S. A., Madrid, 2015

Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15

28027 Madrid

www.alianzaeditorial.es

ISBN: 978-84-9104-131-3

Depósito legal: M. 21.376-2015

Printed in Spain

Si quiere recibir información periódica sobre las novedades de Alianza Editorial, envíe un correo electrónico a la dirección: alianzaeditorial@anaya.es

Índice

- 9 Introducción
- 1 Comienzos
- 14 Marcus Chown: La gran explosión
- 26 Douglas Fox: La vida secreta del cerebro
- 37 Richard Webb: Del cero al cielo
- 46 Jo Marchant: Ponga de su parte para curarse
- 2. Misterios
- 59 Paul Davies: Y se hizo la luz
- 72 Michael Brooks: El poder del placebo
- 83 Laura Spinney: ¿Espacios desperdiciados?
- 94 Linda Geddes: La pérdida de la consciencia
- 3. En busca de un sentido
- 106 Per Eklund: Surgido de la nada
- 117 Jonathan Knight: Ocupados en no hacer nada
- 126 Richard Webb: Agujeros en la historia
- 137 Nigel Henbest: Viaje al vacío
- 147 Ian Stewart: Cero, blanco, nada
- 4. Sorpresas
- 155 Paul Davies: La agitada vida del espacio vacío
- 164 Helen Pilcher: Cuando la mente ataca al cuerpo
- 174 Ian Stewart: Suba al metro celeste
- 182 David Harris: Un vacío atestado
- 193 Ian Stewart: Nada en común

	5. Viajes de descubrimiento
199	Michael de Podesta: El cero absoluto
211	Valerie Jamieson: Aburrología: un tedioso placer
221	David E. Fisher: La inactividad en acción
232	Rick A. Lovett: Arriba, fuera de la cama
	6. Conclusiones
239	Andy Coghlan: La pastilla del ejercicio
250	Michael Brooks: El mundo de la supermateria
260	Stephen Battersby: Sendas hacia el olvido cósmico
277	Agradecimientos
281	Información sobre los autores
287	Notas
295	Índice analítico

Introducción

Empecemos con un acertijo: ¿qué tienen en común la gran explosión, una maldición mortal, los pezones masculinos, la captación de antimateria, los superconductores, los pollos de pingüino y el xenón? La respuesta es, por supuesto, nada.

Es decir, no me refiero a que no haya ninguna relación en absoluto entre todo ello, sino todo lo contrario. Todo está vinculado a la noción de «nada», *nothing, nichts, niente*.

Tal vez le parezca que un libro dedicado a la nada recuerda sospechosamente a un oxímoron, pero por fortuna hay mucho que indagar sobre esta cuestión, porque llevamos más de 2000 años discutiendo sobre la nada: de hecho, los griegos antiguos manifestaron grandes discrepancias acerca de ella, y el concepto ha experimentado suertes tan cambiantes a lo largo de la historia que se puede caracterizar cada época a partir de las ideas imperantes en relación con la nada.

Consideremos el cero, por ejemplo, el símbolo de la ausencia de cosas. Una parte de él surgió en Babilonia, hacia el año 300 a. C. El resto apareció 1000 años después, cuando en India se fundió esa idea con un antiguo símbolo para representar la nada. Luego transcurrieron otros 400 años antes de que llegara a Europa, donde en un principio se recibió con rechazo como una novedad peligrosa. Hacia el siglo XVII ya había cobrado aceptación, y en la actualidad es un concepto determinante para definir cualquier número que se use.

Todos estos acontecimientos figuran en las páginas de este libro, pero en ellas consta mucho más aparte de eso.

El término «nada» se aplica a ámbitos de todo tipo, y en cada caso revela un aspecto distinto de la realidad. ¿De verdad es posible que algo salga de la nada? ¿Por qué algunos animales se pasan el día sin hacer nada? ¿Qué ocurre en el cerebro humano cuando intentamos no pensar en nada?

De este modo, la nada se convierte en una lente a través de la cual podemos escudriñar el universo que nos rodea, e incluso en qué consiste ser humanos. Desvela posturas pasadas y concepciones actuales.

Encontramos un ejemplo en el vacío, que es sobre lo que debatieron los griegos tantos siglos atrás. Al principio no existía, pero después, en el siglo XVII, sí. Durante el siglo XVIII se llenó de una sustancia misteriosa llamada éter luminífero que se descartó a comienzos del siglo XX. Sin embargo, hacia 1930 el vacío se había convertido en el vacío cuántico, el cual dista de la nada tanto como alcancemos a imaginar, porque se trata de un espacio repleto de partículas que saltan fuera y dentro de la existencia.

Tal como demuestra este ejemplo, las nadas suelen ser extremas; tienden a instalarse en el extremo de un espectro. Y cuando los científicos se proponen indagar en un fenómeno, buscan una versión extrema del mismo, porque así los factores que intervienen suelen ser más fáciles de observar. De modo que para medir el impacto de la inactividad en el cuerpo, ponemos gente a dormir mucho y le ordenamos que no haga absolutamente nada. Los resultados de ese experimento en particular cambiaron de golpe la práctica médica.

Otro extremo lo constituye el cero absoluto, la temperatura más fría que puede existir y con la que desaparece por completo el movimiento de los átomos. La expedición humana en busca del cero absoluto fue tortuosa, repleta de equivocaciones y callejones sin salida. Sin embargo, las ansias de saber de los humanos acabaron mostrando todo un mundo de comportamientos extraños imposible de predecir.

A veces las nadas son difíciles de alcanzar: todavía no hemos llegado al cero absoluto, y lo más probable es que no lo logremos jamás. Las nadas también pueden resultar confusas: lo que se ha descrito como el vacío del espacio resultó ser no uno, sino muchos. Y también hay nadas de inmenso poder: las personas enfermas mejoran en ocasiones después de conversar con un médico, aun cuando no se produzca ningún intercambio material entre ellos. Este efecto, que deja pasmadas a algunas de las mentes más expertas en ciencias médicas, tiene un gemelo perverso con un poder equivalente.

Estas no son más que algunas de las maneras en que la nada nos permite vislumbrar el universo. Sería bastante

fácil aunar estas historias en capítulos sobre temas convencionales (cosmología, matemáticas, etcétera), pero en la revista *New Scientist*, de donde provienen la mayoría de estos artículos, hemos descubierto que la variedad es algo muypreciado y que siempre es un acierto incluir algo para todo el mundo en cada número de la revista.

De acuerdo con esa máxima, he preferido ordenar los capítulos en torno a temas, como comienzos, misterios o sorpresas. De modo que si la física no es su fuerte, no tardará usted mucho en llegar a algo más de su agrado. Confío en despertar su curiosidad con la diversidad de variantes con que la nada ha influido en nuestro pensamiento.

A lo largo de los capítulos se hablará sobre el nacimiento y la muerte del universo, el vacío, el poder de la nada, el cero y el cero absoluto. Quienes prefieran leer todos los artículos sobre un tema en particular encontrarán una indicación al final de cada uno de ellos que remite al siguiente texto relacionado dentro de la cadena.

Hay una acepción del término «nada» que implica falta de valor: cuando algo es insignificante, decimos que «no es nada». Este uso del término proviene claramente de una época en la que aún no habíamos reparado en lo valiosa que es la nada. Espero convencer a los lectores de que se trata de un concepto rico en cuanto a significado y repercusión.

Jeremy Webb

1. Comienzos

«La astronomía nos conduce hasta un acontecimiento único, un universo que se creó de la nada», dijo Arno Penzias, el físico estadounidense premiado con el Nobel. Hablaba sobre la madre de todos los comienzos, la gran explosión (o *big bang*). Este es el punto de partida obvio para nosotros. Para aportar algo de variedad, viajaremos hasta la antigua Babilonia y más tarde hasta los laboratorios más modernos de escaneo cerebral. Descubriremos la aparición de un símbolo que casi con seguridad usted da por hecho, y que en la cabeza humana reside un órgano del que probablemente nunca ha oído hablar. Durante el recorrido, conoceremos los frutos de una especialidad científica aún en ciernes: el poder de la mente para curar el cuerpo.

La gran explosión

Este universo comenzó con una especie de explosión, lo que se denomina la gran explosión (*big bang*). La pregunta del millón es cómo surgió el cosmos a partir de la nada. Pero antes de abordarla, debemos entender qué supuso la gran explosión. Cedo la palabra a Marcus Chown.

En el principio no había nada. Después nació el universo en medio de una bola de fuego abrasador llamada gran explosión (*big bang*). Pero ¿qué fue la gran explosión? ¿Dónde sucedió? Y ¿cómo han llegado a creer los astrónomos en algo tan ridículo?

Hace unos 13 820 millones de años el universo en el que moramos surgió, literalmente, de la nada. Explotó en una bola de fuego titánica llamada gran explosión. Todo (toda la materia, la energía y hasta el espacio y el tiempo) empezó a existir en aquel momento.

Durante los primerísimos instantes de la gran explosión, la materia del universo ocupaba un volumen minúsculo y estaba a una temperatura increíblemente elevada. Era un caldero hirviendo de radiación electromagnética mezclada con partículas microscópicas de materia distintas de cualquiera de las que se encuentran en el universo actual. A medida que la bola de fuego se fue expandiendo, se enfrió, y empezó a aparecer más y más estructura.

Paso a paso, las partículas fundamentales que conocemos hoy, los componentes esenciales de toda la materia ordinaria, fueron adquiriendo su identidad actual. Las partículas se condensaron en átomos y las galaxias empe-

zaron a crecer, y más tarde se fragmentaron en estrellas como el Sol. Unos 4550 millones de años atrás se formó la Tierra. El resto, como suele decirse, es historia.

Esta es una imagen grandiosa de la creación. Pero los astrónomos y los físicos, apoyados en un conjunto creciente de indicios que respaldan sus teorías, están tan convencidos de ese guion que creen que es posible especificar con detalle las condiciones que imperaron en el universo primigenio a medida que evolucionó, segundo a segundo.

Eso no quiere decir que podamos remontarnos al instante de la creación. La física solo puede intentar describir qué ocurrió a partir del momento en que el universo ya tenía unos 10^{-35} segundos, un intervalo temporal que también se puede escribir como un cero seguido de una coma decimal, 34 ceros y un 1.

Una mirada al pasado

Los físicos pueden reproducir la expansión del universo hacia atrás. Con ello se observa que se calienta a medida que se reduce, del mismo modo que el aire en el interior de un bombín de bicicleta se calienta al comprimirse. Pero la teoría sugiere que, en el mismísimo instante de la gran explosión, imperaba una temperatura infinita. Y los infinitos alertan a los científicos de que las teorías son defectuosas.

Las teorías que en este momento nos remontan más lejos en el tiempo son las Grandes Teorías Unificadas. Estas teorías pretenden evidenciar que tres de las fuerzas básicas que gobiernan el comportamiento de toda la materia (la fuerza nuclear fuerte y débil y la fuerza electromagnética) no son más que facetas de una única «superfuerza».

Cada fuerza de la naturaleza surge del intercambio de una partícula «mensajera» diferente, o bosón. La partícula mensajera transmite una fuerza entre dos partículas, del mismo modo que una pelota de tenis transmite a un jugador la fuerza del lanzamiento de su oponente. Los físicos creen que a temperaturas lo bastante elevadas, como las que imperaban cuando el universo tenía 10^{-35} segundos de edad, las fuerzas electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil eran idénticas y que su mediador común era una partícula mensajera apodada el bosón X.

Los científicos quieren demostrar que la gravitación también es una faceta de la superfuerza. Sospechan que la gravitación se escindió de las otras tres fuerzas unos 10^{-43} segundos después de la gran explosión. Pero antes de «unificar» las cuatro fuerzas, no hay más remedio que describir la gravitación mediante la teoría cuántica, que es enormemente útil para describir las otras fuerzas. Lo cierto es que a los físicos les está resultando difícil, por decirlo suavemente.

Se cree que la teoría unificada permitirá estudiar el mismísimo instante de la creación y explicar cómo empezó a existir el universo de repente a partir de la nada hace 13 820 millones de años.

Se trata de un intervalo temporal minúsculo, pero se equivoca quien crea que está tan próximo al instante de la creación que la diferencia resulta irrelevante. Aunque la estructura del universo ya no varía mucho ni tan siquiera en un millón de años, durante su juventud las cosas cambiaban mucho más deprisa.

Por ejemplo, los físicos creen que entre el final de la primera décima parte de segundo y el final del primer segundo ocurrió la misma cantidad de sucesos importantes que

en el intervalo entre la primera centésima de segundo y la primera décima de segundo, y así sucesivamente, de manera logarítmica, hasta remontarnos hasta el mismísimo inicio. A medida que reproducen toda la historia del universo hacia atrás, como si rebobinaran una película, el espacio se muestra repleto de una actividad cada vez más frenética.

Esto se debe a que el universo primigenio estaba dominado por radiación electromagnética (en forma de pequeños paquetes de energía llamados fotones) y a que, cuanto más elevada es la temperatura, más energéticos son los fotones. Ahora bien, los fotones de alta energía pueden transformarse en partículas de materia, porque una forma de energía se puede convertir en otra y, tal como evidenció Einstein, la masa (m) no es más que una forma de energía (E); de ahí su conocida ecuación $E = mc^2$, donde c es la velocidad de la luz.

Lo que dice la ecuación de Einstein es que las partículas de una masa particular, m , se pueden crear si los paquetes de radiación, los fotones, poseen una energía mínima mc^2 . En otras palabras, hay una temperatura por encima de la cual los fotones son lo bastante energéticos como para producir una partícula de masa m , y por debajo de la cual no pueden crear dicha partícula.

Si nos remontamos al pasado lo suficiente, llegamos a un tiempo en el que la temperatura era tan alta, y los fotones tan energéticos, que los fotones en colisión podían generar partículas a partir de energía radiante. Desconocemos de qué partículas podría tratarse antes de que el universo alcanzara los 10^{-35} segundos de edad. Lo único que podemos afirmar es que eran mucho más masivas

que las partículas con las que estamos familiarizados, como el electrón o el cuark cima.

A medida que avanzaba el tiempo y que la temperatura se reducía, la mezcla de partículas en el universo se transformó en un caldo formado por partículas cada vez menos masivas. Cada partícula fue «reina por un día», o al menos durante una fracción de segundo. Porque también se estaba produciendo el proceso inverso: la materia se iba convirtiendo de nuevo en energía radiante cuando las partículas chocaban y generaban fotones.

¿Qué aspecto atribuyen los físicos al universo tan solo 10^{-35} segundos después de la gran explosión?

Bueno, el volumen del espacio que acabaría convirtiéndose en el «universo observable», que en la actualidad mide 84 000 millones de años luz de ancho, estaba contenido en un volumen que apenas se acercaba al tamaño de un guisante. Y la temperatura de ese material superdenso alcanzaba la inconcebible cifra de 10^{28} grados.

Los físicos predicen que a esa temperatura los fotones en colisión portaban la cantidad de energía necesaria para generar una partícula llamada el bosón X, que era mil billones de veces más masivo que el protón. Nadie ha observado aún un bosón X, porque para ello habría que recrear en un laboratorio terrestre las condiciones extremas que imperaron tan solo 10^{-35} segundos después de la gran explosión.

¿Hasta dónde pueden viajar al pasado los físicos desde sus laboratorios?

La respuesta es hasta un tiempo en que el universo llevaba existiendo alrededor de una billonésima (10^{-12}) de segundo. Por entonces ya se había enfriado hasta situar-

se en unos 100 mil billones de grados, una temperatura aún diez mil millones de veces más elevada que el núcleo del Sol. En 2012 los físicos del CERN, el centro europeo de física de partículas de Ginebra, recrearon esas condiciones en el gigantesco acelerador de partículas llamado Gran Colisionador de Hadrones. Allí crearon una partícula identificada como el bosón de Higgs, una partícula que se desvaneció del universo una billonésima de segundo después de la gran explosión.

La distancia entre 10^{-35} segundos y una billonésima de segundo es abismal. Sabemos que durante la mayor parte de ese intervalo, la materia estuvo más comprimida sobre sí misma que la materia más comprimida que se conoce (la que hay dentro de los núcleos atómicos). Y, a medida que fue descendiendo la temperatura, el nivel de energía de los fotones decayó también, lo que dio lugar a partículas de una masa cada vez menor.

En algún instante surgieron los hipotéticos componentes esenciales de neutrones y protones (conocidos como cuarks). Y hacia la época en que el universo cumplió una centésima de segundo, ya se había enfriado lo suficiente como para estar dominado por las partículas que nos son familiares hoy: fotones, electrones, positrones y neutrinos. También había neutrones y protones, pero no muchos. De hecho, eran un contaminante muy escaso en el universo.

Cuando el universo cumplió alrededor de un segundo de vida, la temperatura ya se había desplomado hasta unos diez mil millones de grados, y la energía de los fotones era demasiado exigua para producir partículas con facilidad. Los electrones y sus opuestos de «antimateria»

con carga positiva, llamados positrones, chocaban y se aniquilaban entre sí para crear fotones. Sin embargo, debido a un ligero y, hasta el presente, misterioso desequilibrio en las leyes de la física, apenas había diez mil millones + 1 electrones por cada 10 000 millones de positrones. De modo que, tras una orgía de destrucción, el universo se quedó al fin con una superabundancia de materia, y con unos diez mil millones de fotones por cada electrón, una proporción que se ha mantenido hasta hoy.

El siguiente gran acontecimiento en la historia del universo ocurrió cuando este tenía alrededor de un minuto de existencia.

Para entonces la temperatura se había desplomado hasta tan solo mil millones de grados centígrados, la temperatura habitual en el seno de las estrellas más calientes. Las partículas se movían más despacio. Para los protones y neutrones eso implicó que permanecieran cerca unos de otros durante el tiempo suficiente como para que las fuerzas nucleares fuertes, que los mantienen unidos en los núcleos atómicos, tuvieran oportunidad de arraigar. En particular, grupos de dos protones y dos neutrones consiguieron combinarse para formar núcleos de helio.

Los neutrones aislados decaen en protones en cuestión de unos 15 minutos, de modo que todos los neutrones sobrantes tras la formación del helio se convirtieron en protones. De acuerdo con los cálculos físicos, apenas sobraron diez protones por cada núcleo de helio que se formó, y todos ellos pasaron a ser núcleos de átomos de hidrógeno, consistentes en un único protón.

Este es uno de los indicios más sólidos a favor de que la gran explosión ocurrió de verdad. Porque mucho, muchísimo más tarde, cuando la temperatura ya se había vuelto considerablemente fría, los átomos de hidrógeno y helio se incautaron de electrones para convertirse en átomos estables. Cuando en la actualidad medimos la abundancia de los elementos en el universo (en estrellas, en galaxias y en el espacio interestelar), seguimos topándonos con apenas un átomo de helio por cada diez átomos de hidrógeno.

El instante en el que el frío fue suficiente para permitir que los electrones se combinaran con los protones para formar los primeros átomos ocurrió unos 380 000 años después de la gran explosión. Para entonces el universo se enfriaba mucho más despacio que en los primeros momentos, y la temperatura había alcanzado el modesto valor de unos 3000 °C. Esto también marcó otro hecho relevante en la historia primigenia del universo.

Hasta que los electrones se combinaron con los átomos de hidrógeno y helio, los fotones no viajaban muy lejos en línea recta sin toparse con un electrón. Los electrones libres tienen gran capacidad para esparcir o desviar fotones. Como consecuencia, cada fotón se veía obligado a moverse en zigzag por el universo, y eso tenía el efecto de tornar opaco el cosmos. Si eso sucediera hoy y la luz de las estrellas recorriera el universo en zigzag hasta llegarnos a los ojos, en lugar de verla arribar en línea recta, no veríamos más que un tenue fulgor lechoso procedente de todo el firmamento en lugar de miríadas de estrellas.

Aún detectamos fotones procedentes de ese periodo. Han estado pululando libres por el universo durante mi-

les de millones de años, y se observan en forma de lo que en astronomía se denomina el fondo cósmico de microondas. Aunque esos fotones comenzaron su viaje cuando la temperatura ascendía a 3000 °C, el universo se ha expandido unas 1100 veces mientras ellos surcaban el espacio, lo que ha reducido su energía en un factor idéntico, de modo que ahora registramos las señales a tan solo 2,725 grados por encima del cero absoluto.

El descenso de la temperatura hasta unos 3000 °C también marcó otro suceso: el instante en que los niveles energéticos de la radiación, o fotones, del universo se situaron por debajo de los de la materia. A partir de entonces, el universo estuvo dominado por la materia y por la fuerza de la gravitación que actúa sobre dicha materia.

La formación de elementos, que comenzó cuando el universo contaba alrededor de un minuto de vida, se detuvo hacia el momento en que llevaban existiendo 10 minutos y en que los protones y neutrones habían formado los núcleos de hidrógeno y helio.

Para que se formaran elementos tales como el carbono y el oxígeno, se necesitaban condiciones más calientes y densas, pero entretanto el universo se enfriaba y enrarecía cada vez más. Los elementos pesados que conforman los planetas y el cuerpo se originaron miles de millones de años más tarde en los hornos nucleares de las estrellas.

A medida que el universo siguió expandiéndose, la gravitación concentró en grandes islas las acumulaciones de materia que con el tiempo se acabarían convirtiendo en galaxias. Las galaxias prosiguieron con su precipitado avance por el vacío escindiéndose en fragmentos meno-

res que se transformaron en estrellas individuales, que generaban calor y luz mediante reacciones nucleares en el interior de sus núcleos. En cierto momento, unos nueve mil millones de años después de la gran explosión, nació una estrella amarilla hacia el borde exterior de un gran remolino espiral de estrellas llamado la Galaxia. Ese astro era nuestro Sol.

¿Cómo sabemos que hubo una gran explosión?

La imagen que tenemos del universo en la actualidad se debe en gran parte a un astrónomo estadounidense llamado Edwin Hubble. En 1923 reveló que la Galaxia, la gran isla de estrellas a la que pertenece el Sol, solo era una más entre el resto de miles de millones de galaxias dispersas por todo el espacio.

Hubble también descubrió que la longitud de onda de la luz procedente de la mayoría de las galaxias exhibe un «desplazamiento hacia el rojo». Esto se interpretó en un principio como un efecto Doppler, el mismo que nos hace percibir más grave el tono de una sirena de policía a medida que se aleja de nosotros. El tono se vuelve más grave porque la longitud de onda del sonido se alarga. Algo equivalente ocurre con la luz: la longitud de onda de la luz de una galaxia que se aleja de nosotros se estira y la longitud de onda se vuelve más larga, o más roja.

Hubble descubrió que la mayoría de las galaxias se están alejando de la nuestra. En otras palabras, el universo se está expandiendo. Y cuanto más lejos se encuentra una galaxia, más rápido se aleja.

Esto conduce a una conclusión inevitable: el universo tuvo que ser más pequeño en el pasado. Tuvo que haber un instante en que el universo empezara a expandirse: el

momento de su nacimiento. Imaginando la evolución de la expansión hacia atrás, los astrónomos deducen que el universo empezó a existir unos 13 820 millones de años atrás.

La idea de la gran explosión implica que el desplazamiento al rojo de las galaxias no se debe en realidad a un efecto Doppler, sino a que el universo ha crecido mientras la luz de las galaxias distantes ha estado viajando hacia nosotros a través del espacio, lo que ha alargado la longitud de onda de la luz.

La concepción de un universo en expansión no tendría que haber pillado a nadie por sorpresa. Si Albert Einstein hubiera confiado en sus ecuaciones, la habría predicho en 1915 con su teoría de la gravitación conocida como teoría general de la relatividad. Pero Einstein, al igual que Newton antes que él, se aferró a la idea de que el universo es estático: inmutable, sin principio ni fin. Aun así, podemos disculparlo porque en su época ni siquiera se conocía la existencia de las galaxias.

La idea de un universo estático también resultaba muy atractiva a los astrónomos. En 1948 Hermann Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle plantearon la teoría del estado estacionario del universo. El universo se estaba expandiendo, decían, pero tal vez no cambiara con el tiempo.

Aquella teoría defendía que el espacio se expande a un ritmo constante pero que, al mismo tiempo, se crea materia de manera continua en todo el universo. Esa materia es la justa para compensar la expansión y mantener constante la densidad del cosmos. Pero nadie sabía de dónde podía salir esa materia. Pero tampoco quienes proponían la gran explosión podían explicar el origen de la materia.

La teoría del estado estacionario se mantuvo durante dos décadas como el principal adversario de la teoría de la gran explosión y después, en la década de 1960, dos descubrimientos astronómicos le asestaron un golpe mortal.

1. Comienzos

El primer hallazgo provino de Martin Ryle y sus colaboradores de la Universidad de Cambridge, quienes se dedicaban al estudio de radiogalaxias (fuentes de ondas de radio de altísima potencia). A comienzos de la década de 1960, los astrónomos de Cambridge descubrieron que había muchas más radiogalaxias muy lejanas que en las proximidades.

Las ondas de radio procedentes de esos objetos distantes han tardado miles de millones de años en alcanzarnos. Así que Ryle y sus colaboradores estaban observando el universo tal como era en tiempos remotos. El exceso de radiogalaxias a gran distancia solo podía significar que en el pasado imperaban unas condiciones distintas a las del presente. Un universo que cambia con el tiempo contradice la teoría del estado estacionario.

Después, en 1965, Arno Penzias y Robert Wilson, dos científicos de los Laboratorios Bell Telephone en Holmdel, Nueva Jersey, detectaron una extraña señal con una antena de cuerno heredada de ingenieros que trabajaban con los primeros satélites de comunicaciones, *Echo 1* y *Telstar*.

Aquella señal no provenía de la Tierra ni del Sol. Parecía proceder de todo el cielo en su conjunto, y era equivalente a la energía emitida por un cuerpo a unos 3 grados por encima del cero absoluto (-270 °C).

No había ninguna duda. Penzias y Wilson habían descubierto el «resplandor» de la bola de fuego de la gran explosión: el fondo cósmico de microondas. Aquella demostración de la gran explosión les valió el premio Nobel de Física de 1978.

⇒ *Más sobre cosmología en «Y se hizo la luz», página 59.*