

MICHIO KAKU

UNIVERSOS PARALELOS

UNIVERSOS
PARALELOS



En *Universos paralelos*, Michio Kaku hace gala de todo su formidable talento didáctico para enfrentarse a una de las más extrañas y excitantes posibilidades que ha surgido en la Física contemporánea: que nuestro universo puede ser uno entre los muchos, quizá infinitos, que han surgido en el Cosmos. Con un uso habilidoso de la analogía y el humor, Kaku introduce pacientemente al lector en todas las variaciones sobre el tema de los universos paralelos procedentes de la física cuántica, la cosmología y la reciente teoría M. Leer este libro conducido por un experto guía es un maravilloso recorrido por un cosmos cuya comprensión nos fuerza a alcanzar los últimos límites de la imaginación.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a los siguientes científicos, que me cedieron generosamente su tiempo para ser entrevistados. Sus comentarios, observaciones e ideas han enriquecido mucho este libro y le han añadido profundidad y nuevos enfoques:

- Steven Weinberg, premio Nobel, Universidad de Texas, Austin.
- Murray Gell-Mann, premio Nobel, Instituto de Santa Fe e Instituto de Tecnología de California.
- Leon Lederman, premio Nobel, Instituto de Tecnología de Illinois.
- Joseph Rotblat, premio Nobel, St. Bartholomew's Hospital (retirado).
- Walter Gilbert, premio Nobel, Universidad de Harvard.
- Henry Kendall, premio Nobel, Instituto de Tecnología de Massachusetts (fallecido).
- Alan Guth, físico, Instituto de Tecnología de Massachusetts.
- Sir Martin Rees, Astrónomo Real de Gran Bretaña, Universidad de Cambridge.
- Freeman Dyson, físico, Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Princeton.

- John Schwarz, físico, Instituto de Tecnología de California.
- Lisa Randall, física, Universidad de Harvard.
- J. Richard Gott III, físico, Universidad de Princeton.
- Neil de Grasse Tyson, astrónomo, Universidad de Princeton y Planetarium Hayden.
- Paul Davies, físico, Universidad de Adelaida.
- Ken Croswell, astrónomo, Universidad de California, Berkeley.
- Don Goldsmith, astrónomo, Universidad de California, Berkeley.
- Brian Greene, físico, Universidad de Columbia.
- Cumrun Vafa, físico, Universidad de Harvard.
- Stuart Samuel, físico, Universidad de California, Berkeley.
- Carl Sagan, astrónomo, Universidad de Cornell (fallecido).
- Daniel Greenberger, físico, City College de Nueva York.
- V. P. Nair, físico, City College de Nueva York.
- Robert P. Kirshner, astrónomo, Universidad de Harvard.
- Peter D. Ward, geólogo, Universidad de Washington.
- John Barrow, astrónomo, Universidad de Sussex.
- Marcia Bartusiak, periodista científica, Instituto de Tecnología de Massachusetts.
- John Casti, físico, Instituto de Santa Fe.
- Timothy Ferris, periodista científico.
- Michael Lemonick, escritor de ciencia, revista Time.

- Fulvio Melia, astrónomo, Universidad de Arizona.
- John Horgan, periodista científico.
- Richard Muller, físico, Universidad de California, Berkeley.
- Lawrence Krauss, físico, Universidad de Case Western Reserve.
- Ted Taylor, diseñador de la bomba atómica.
- Philip Morrison, físico, Instituto de Tecnología de Massachusetts.
- Hans Moravec, científico informático, Universidad Carnegie Mellon.
- Rodney Brooks, científico informático, Laboratorio de Inteligencia Artificial, Instituto de Tecnología de Massachusetts.
- Donna Shidey, astrofísica, Laboratorio de Propulsión a Chorro.
- Dan Wertheimer, astrónomo, SETI@home, Universidad de California, Berkeley.
- Paul Hoffman, periodista científico, revista *Discover*.
- Francis Everitt, físico, Gravity Probe B, Universidad de Stanford.
- Sidney Perkowitz, físico, Universidad de Emory.

Quiero agradecer a los siguientes científicos las estimulantes discusiones sobre física mantenidas a lo largo de los años, que han contribuido a agilizar el contenido de este libro:

- T. D. Lee, premio Nobel, Universidad de Columbia.
- Sheldon Glashow, premio Nobel, Universidad de Harvard.

- Richard Feynman, premio Nobel, Instituto de Tecnología de California (fallecido).
- Edward Witten, físico, Instituto de Estudios Avanzados, Universidad de Princeton.
- Joseph Lykken, físico, Fermilab.
- David Gross, físico, Instituto Kavli, Santa Bárbara.
- Frank Wilczek, físico, Universidad de California, Santa Barbara.
- Paul Townsend, físico, Universidad de Cambridge.
- Peter Van Nieuwenhuizen, físico, Universidad Estatal de Nueva York, Stony Brook.
- Miguel Virasoro, físico, Universidad de Roma.
- Bunji Sakita, físico, City College de Nueva York (fallecido).
- Ashok Das, físico, Universidad de Rochester.
- Robert Marshak, físico, City College de Nueva York (fallecido).
- Frank Tipler, físico, Universidad de Tulane.
- Edward Tryon, físico, Hunter College.
- Mitchell Begelman, astrónomo, Universidad de Colorado.

PREFACIO

La cosmología es el estudio del universo como un todo, incluyendo su nacimiento y quizá su destino final. No es sorprendente que haya sufrido muchas transformaciones en su lenta y dolorosa evolución, una evolución a menudo eclipsada por el dogma religioso y la superstición.

La introducción del telescopio en el siglo XVII marcó la primera revolución en la cosmología. Con la ayuda del telescopio, Galileo Galilei, a partir de la obra de los grandes astrónomos Nicolás Copérnico y Johannes Kepler, pudo abrir los cielos por primera vez a la investigación científica seria. La primera fase de la cosmología culminó con la obra de Isaac Newton, que finalmente estableció las leyes fundamentales que gobiernan el movimiento de los cuerpos celestes. En lugar de depender de la magia y el misticismo, se vio que las leyes de los cuerpos celestes estaban sometidas a fuerzas computables y reproducibles.

Una segunda revolución en la cosmología fue iniciada con la introducción de los grandes telescopios del siglo XX, como el del Mount Wilson, con su inmenso espejo reflector de 100 pulgadas (2,54 m). En la década de 1920, el astrónomo Edwin Hubble utilizó este telescopio gigante para derribar el dogma secular que establecía que el universo era estático y eterno, al demostrar que las galaxias de los cielos se alejan de la Tierra a velocidades terribles, es decir, que el universo se expande. Esto confirmó los resultados de la teoría de la relatividad general de Einstein, en la que la arquitectura del espacio-tiempo no es plana y lineal, sino

dinámica y curvada. Así se obtuvo la primera explicación plausible del origen del universo: el universo empezó con una explosión cataclísmica llamada «big bang», que lanzó las estrellas y las galaxias hacia el exterior en el espacio. Con la obra pionera de George Gamow y sus colegas sobre la teoría del big bang y la de Fred Hoyle sobre el origen de los elementos, se erigió un andamio que establecía las líneas generales de la evolución del universo.

En estos momentos se está produciendo una tercera revolución que apenas tiene cinco años. Ha sido iniciada por una batería de instrumentos nuevos de alta tecnología, como los satélites espaciales, láseres, detectores de ondas de gravedad, telescopios de rayos X y superordenadores de alta velocidad. Contamos actualmente con los datos más fidedignos hasta el momento sobre la naturaleza del universo, incluyendo su edad, su composición y quizás incluso su futuro y su muerte final.

Los astrónomos se dan cuenta ahora de que el universo se expande de manera desenfrenada, que esta expansión se acelera sin límite y que se enfría con el tiempo. Si eso sigue así, nos enfrentamos a la perspectiva de la «gran congelación», cuando el universo se hundirá en la oscuridad y el frío y morirá toda la vida inteligente.

El presente libro trata de esta tercera gran revolución. Es bastante distinto de mis libros anteriores sobre física, *El universo de Einstein: cómo la visión de Albert Einstein transformó nuestra comprensión del espacio y el tiempo*, e *Hiperespacio: una odisea científica a través de universos paralelos, distorsiones del tiempo y la décima dimensión*, que contribuyeron a la introducción de los nuevos conceptos de dimensiones superiores y de la teoría de las supercuerdas. En *Mundos paralelos*, en lugar de centrarme en el espacio-tiempo, me refiero a los revolucionarios avances de la cosmología que se han desplegado en los últimos años, basados en las nuevas pruebas de los laboratorios del mundo y de los límites más exteriores del espacio, y en los nue-

vos avances en física teórica. Mi intención es que pueda leerse y entenderse sin ninguna introducción previa a la física o la cosmología.

En la primera parte del libro, me centro en el estudio del universo, con un resumen de los progresos realizados en las primeras fases de la cosmología, que culminan en la teoría llamada de la «inflación», que nos brinda la formulación más avanzada hasta la fecha de la teoría del big bang. En la segunda parte, me centro específicamente en la teoría emergente del multiverso —un mundo formado por múltiples universos, de los cuales el nuestro es sólo uno— y abordo la posibilidad de los agujeros de gusano, la curvatura del espacio y el tiempo y cómo las dimensiones superiores podrían conectarlos. La teoría de las supercuerdas y la teoría M nos han permitido dar un primer paso importante más allá de la teoría original de Einstein; nos dan más pruebas de que nuestro universo puede ser uno entre muchos. Finalmente, en la tercera parte, comento la gran congelación y lo que los científicos consideran ahora el fin de nuestro universo. También planteo con seriedad, aunque de manera especulativa, cómo podría utilizar las leyes de la física una civilización avanzada en el remoto futuro para abandonar nuestro universo dentro de billones de años, a fin de entrar en otro universo más hospitalario y empezar el proceso de renacimiento o regresar al tiempo en que el universo era más cálido.

Con el flujo de nuevos datos que estamos recibiendo hoy, con nuevas herramientas como los satélites espaciales que pueden explorar los cielos, con los nuevos detectores de ondas de gravedad y los nuevos colisionadores de átomos a punto de ser terminados, los físicos tenemos la sensación de estar entrando en lo que podría ser la edad de oro de la cosmología. Es, en resumen, un gran momento para ser físico y emprender este viaje cuyo objetivo es entender nuestros orígenes y el destino del universo.

|



EL UNIVERSO

1

IMÁGENES DEL UNIVERSO RECIÉN NACIDO

El poeta sólo pide meter la cabeza en el cielo. Es el lógico el que intenta meter el cielo en su cabeza. Y es su cabeza la que se parte.

G. K. Chesterton

Cuando era pequeño, tenía un conflicto personal con mis creencias. Mis padres habían sido educados según la tradición budista, pero yo asistía todas las semanas a la escuela dominical y me encantaban las historias bíblicas que me contaban sobre ballenas, arcas, estatuas de sal, costillas y manzanas. Me fascinaban aquellas parábolas del Antiguo Testamento, que eran lo que más me gustaba de la escuela dominical. Me parecía que las parábolas sobre grandes inundaciones, zarzas ardientes y separación de aguas eran mucho más emocionantes que los cantos y la meditación budista. En realidad, aquellas historias antiguas de heroísmo y tragedia ilustraban vívidamente profundas lecciones morales y éticas que he tenido presentes toda la vida.

Un día, en la escuela dominical, estudiamos el Génesis. Leer que Dios bramó desde los cielos «Hágase la luz» sonaba mucho más dramático que meditar en silencio sobre el Nirvana. Por pura curiosidad, pregunté: «¿Dios tenía madre?». La profesora solía responder con agilidad y siempre ofrecía en sus respuestas una profunda lección moral. Sin

embargo, esta vez se quedó desconcertada. No, respondió dubitativa, seguramente Dios no tenía madre. «Pero entonces, ¿de dónde vino?», pregunté yo. Me contestó murmurando que tendría que consultar la cuestión con el sacerdote.

No me di cuenta de que accidentalmente había tropezado con una de las grandes preguntas de la teología. Estaba confundido, porque en el budismo no hay Dios en absoluto, sino un universo intemporal sin principio ni final. Más tarde, cuando empecé a estudiar las grandes mitologías del mundo, aprendí que había dos tipos de cosmologías en la religión: la primera basada en un momento único en el que Dios creó el universo y la segunda basada en la idea de que el universo siempre existió y siempre existirá.

Pensé que las dos no podían ser ciertas.

Más adelante, empecé a descubrir que estos temas comunes aparecían en muchas culturas. En la mitología china, por ejemplo, en el principio había el huevo cósmico. El dios niño P'an Ku residió durante casi una eternidad dentro del huevo, que flotaba en un mar informe de caos. Cuando por fin salió del cascarón, P'an Ku se puso a crecer desafortunadamente, más de tres metros por día, hasta que la mitad superior del cascarón se convirtió en el cielo y la inferior en la tierra. Después de 18.000 años, murió para que naciera nuestro mundo: su sangre se convirtió en los ríos, sus ojos en el Sol y la Luna, y su voz en el trueno.

En muchos aspectos, el mito de P'an Ku refleja un tema que se encuentra en muchas religiones y mitologías antiguas, y es que el universo inició su existencia con una *creatio ex nihilo* (creación a partir de la nada). En la mitología griega, el universo empezó en un estado de caos (en realidad, la palabra «caos» viene de la palabra griega que significa «abismo»). Este vacío sin características precisas se describe a menudo como un océano, por ejemplo en la mitología babilónica y japonesa. El tema se encuentra en la mitología egipcia antigua, donde Ra, el dios del sol, surgió de

un huevo flotante. En la mitología polinesia, el huevo cósmico es reemplazado por una cáscara de coco. Los mayas creían en una variación de esta historia según la cual el universo nace pero muere después de cinco mil años, sólo para volver a resucitar una y otra vez y repetir el interminable ciclo de nacimiento y destrucción.

Estos mitos de *creatio ex nihilo* ofrecen un claro contraste con la cosmología según el budismo y determinadas formas de hinduismo. En esas mitologías, el universo es intemporal, sin principio ni fin. Hay muchos niveles de existencia, pero el más alto es el Nirvana, que es eterno y puede alcanzarse sólo a través de la meditación más pura. En el *Mahapurana* hindú, está escrito: «Si Dios creó el mundo, ¿dónde estaba Él antes de la Creación? [...] Has de saber que el mundo no fue creado, como el propio tiempo, que no tiene principio ni final».

Estas mitologías están en clara contradicción unas con otras, sin posibilidades de solución entre ellas. Son mutuamente exclusivas: o el universo tuvo un principio o no lo tuvo. Según parece, no hay término medio.

Sin embargo, hoy en día parece estar surgiendo una solución en una dirección totalmente nueva —el mundo de la ciencia—, como resultado de una nueva generación de poderosos instrumentos científicos que vuelan por el espacio exterior. La antigua mitología se basaba en la sabiduría de los narradores de historias para exponer los orígenes del mundo. Hoy en día, los científicos sueltan una batería de satélites espaciales, láseres, detectores de ondas de gravedad, interferómetros, superordenadores de alta velocidad e Internet, y en el proceso revolucionan nuestra comprensión del universo y nos brindan la descripción más convincente hasta el momento de su creación.

Lo que va surgiendo gradualmente de los datos es una gran síntesis de esas dos mitologías opuestas. Quizás, especulan los científicos, el Génesis ocurre repetidamente en un océano intemporal de Nirvana. En esta nueva imagen,

nuestro universo puede compararse a una burbuja que flota en un «océano» mucho mayor con nuevas burbujas formándose todo el tiempo. Según esta teoría, los universos, como burbujas que se forman en el agua hirviendo, están en creación continua y flotan en una zona mucho mayor, el Nirvana del hiperespacio de once dimensiones. Un número cada vez mayor de físicos sugiere que nuestro universo surgió realmente de un cataclismo abrasador, el big bang, pero que también coexiste en un océano eterno de otros universos. Si tenemos razón, se están produciendo big bangs incluso ahora, mientras el lector lee esta frase.

Físicos y astrónomos de todo el mundo especulan ahora sobre cómo pueden ser estos mundos paralelos, qué leyes pueden obedecer, cómo nacen y cómo mueren finalmente. Quizás estos mundos paralelos sean estériles y carezcan de los ingredientes básicos de la vida. O quizá tengan el mismo aspecto que nuestro universo, separados por un único acontecimiento cuántico que hace que difieran del nuestro. Y algunos físicos especulan que quizás un día, si la vida se vuelve insostenible cuando nuestro universo presente envejezca y se enfríe, podamos vernos obligados a abandonarlo y huir a otro universo.

El motor que guía estas nuevas teorías es el flujo masivo de datos que nos llegan de los satélites espaciales que fotografían restos de la propia creación. Es de destacar que los científicos se centran ahora en lo que ocurrió sólo 380.000 años después del big bang, cuando la «luminiscencia» de la creación llenó por primera vez el universo. Quizá la imagen más convincente de esta radiación de la creación procede de un nuevo instrumento llamado «satélite WMAP».

El satélite WMAP

«¡Increíble!» y «¡Un hito!» eran las expresiones que emitían en febrero de 2003 unos astrofísicos, que normalmente son personas reservadas, para describir los valiosos datos cosechados por su último satélite. El WMAP (Sonda Anisotrópica de Microondas Wilkinson), que toma su nombre del pionero de la cosmología David Wilkinson y fue lanzado en 2001, ha dado a los científicos una imagen detallada, con una precisión sin precedentes, del universo cuando tenía sólo 380.000 años de edad. La colosal energía derramada por la bola de fuego original que dio nacimiento a las estrellas y galaxias ha estado circulando por nuestro universo durante miles de millones de años. Por fin, actualmente ha sido captada en película con detalles exquisitos por el satélite WMAP, que nos ofrece un mapa nunca visto antes, una foto del cielo que muestra con asombrosa minuciosidad la radiación de microondas creada por el propio big bang, lo que la revista *Time* ha llamado el «eco de la creación». Los astrónomos no volverán a mirar nunca más el cielo de la misma manera.

Los descubrimientos del satélite WMAP representan «para la cosmología un rito de paso de una ciencia de la especulación a una ciencia de la precisión»,^[1.1] declaró John Bahcall, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Por primera vez, este diluvio de datos del primer periodo de la historia del universo ha permitido a los cosmólogos responder de forma precisa a la más antigua de todas las preguntas que han confundido e intrigado a los humanos desde que contemplaron por primera vez la resplandeciente belleza celestial del cielo nocturno. ¿Qué edad tiene el universo? ¿De qué está hecho? ¿Cuál es el destino del universo?

(En 1992, un satélite anterior, el COBE [Explorador del Fondo Cósmico] nos dio las primeras imágenes borrosas de esta radiación de fondo que llena el cielo. Aunque se trata-