A visualization of the cosmic web, showing a complex network of red filaments and nodes against a dark background with scattered stars. The filaments are interconnected, forming a star-like shape with multiple points extending outwards.

**STEPHEN
HAWKING**

y **LEONARD MLODINOW**

**EL
GRAN
DISEÑO**

CRÍTICA

EL GRAN DISEÑO



STEPHEN HAWKING
Y LEONARD MLODINOW

Traducción castellana de
David Jou i Mirabent,
*Catedrático de Física de la Materia Condensada
de la Universidad Autónoma de Barcelona*

CRÍTICA
Barcelona

Primera edición: noviembre de 2010
Primera edición en esta nueva presentación: noviembre de 2019

El gran diseño
Stephen Hawking y Leonard Mlodinow

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47

Composición: gama, s.l.

Título original: *The Grand Design*

Copyright © 2010 by Stephen W. Hawking and Leonard Mlodinow

© de la traducción, David Jou i Mirabent, 2010
© de las ilustraciones, Sidney Harris, Sciencecartoonsplus.com

© Editorial Planeta S. A., 2019
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.

editorial@ed-critica.es
www.ed-critica.es

ISBN: 978-84-9199-170-0
Depósito legal: B. 21.783 - 2019
2019. Impreso y encuadernado en España por Grafo

El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

ÍNDICE

1 · El misterio del ser	9
2 · Las reglas de la ley	19
3 · ¿Qué es la realidad?	45
4 · Historias alternativas	71
5 · La teoría de todo	99
6 · Escogiendo nuestro universo	139
7 · El milagro aparente	167
8 · El gran diseño	191
<i>Agradecimientos</i>	205
<i>Glosario</i>	207
<i>Índice onomástico</i>	213



1

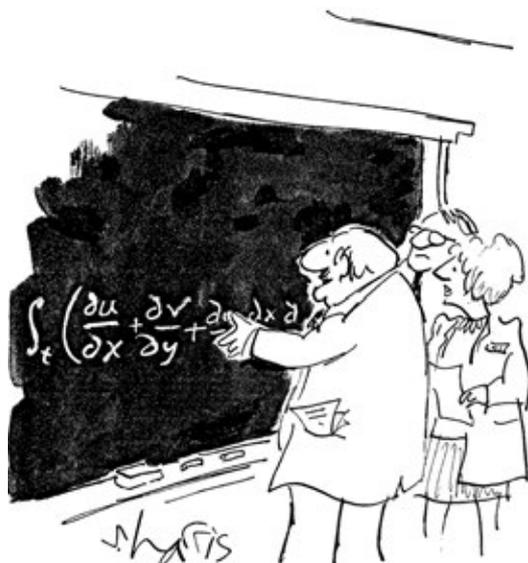


EL MISTERIO DEL SER

CADA UNO DE NOSOTROS EXISTE DURANTE UN TIEMPO MUY BREVE, y en dicho intervalo tan sólo explora una parte diminuta del conjunto del universo. Pero los humanos somos una especie marcada por la curiosidad. Nos preguntamos, buscamos respuestas. Viviendo en este vasto mundo, que a veces es amable y a veces cruel, y contemplando la inmensidad del firmamento encima de nosotros, nos hemos hecho siempre una multitud de preguntas. ¿Cómo podemos comprender el mundo en que nos hallamos? ¿Cómo se comporta el universo? ¿Cuál es la naturaleza de la realidad? ¿De dónde viene todo lo que nos rodea? ¿Necesitó el universo un Creador? La mayoría de nosotros no pasa la mayor parte de su tiempo preocupándose por esas cuestiones, pero casi todos nos preocupamos por ellas en algún instante.

Tradicionalmente, éstas son cuestiones para la filosofía, pero la filosofía ha muerto. La filosofía no se ha mantenido al corriente de los desarrollos modernos de la ciencia, en particular de la física. Los científicos se han convertido en los portadores de la antorcha del descubrimiento en nuestra búsqueda de conocimiento. El objetivo de este libro es proporcionar las respuestas sugeridas por los descubrimientos y los progresos teóricos recientes, que nos conducen a una nueva imagen del universo y de nuestro lugar en él, muy diferente de la tradicional, e incluso de la imagen que nos habíamos formado hace tan sólo una o dos décadas. Aun así, los primeros bosquejos de esos nuevos conceptos se remontan a hace casi un siglo.

Según la concepción tradicional del universo, los objetos se mueven a lo largo de caminos bien definidos y tienen historias



«Y... ésa es mi filosofía.»

bien definidas. Podemos especificar sus posiciones precisas en cada instante. Aunque esa descripción es suficientemente satisfactoria para los propósitos cotidianos, se descubrió en la década de 1920 que esta imagen «clásica» no podía describir el comportamiento aparentemente extraño observado a escalas atómica y subatómica de la existencia. Fue necesario adoptar, en su lugar, un marco diferente, denominado física cuántica. Las teorías cuánticas han resultado ser notablemente precisas en la predicción de acontecimientos a dichas escalas, y también reproducen las predicciones de las viejas teorías clásicas cuando son aplicadas al mundo macroscópico de la vida corriente. Pero la física clásica y la cuántica están basadas en concepciones de la realidad física muy diferentes.

Las teorías cuánticas pueden ser formuladas de muchas maneras diferentes, pero la descripción probablemente más intuitiva fue elaborada por Richard (Dick) Feynman (1918-1988), todo un personaje, que trabajó en el Instituto Tecnológico de California y

que tocaba los bongos en una sala de fiestas de carretera. Según Feynman, un sistema no tiene una sola historia, sino todas las historias posibles. Cuando profundicemos en las respuestas, explicaremos la formulación de Feynman con detalle y la utilizaremos para explorar la idea de que el propio universo no tiene una sola historia, ni tan siquiera una existencia independiente. Eso parece una idea radical, incluso a muchos físicos. En efecto, como muchas otras nociones de la ciencia actual, parece violar el sentido común. Pero el sentido común está basado en la experiencia cotidiana y no en el universo tal como nos lo revelan las maravillas tecnológicas que nos permiten observar la profundidad de los átomos o el universo primitivo.

Hasta la llegada de la física moderna se acostumbraba a pensar que todo el conocimiento sobre el mundo podría ser obtenido mediante observación directa, y que las cosas son lo que parecen, tal como las percibimos a través de los sentidos. Pero los éxitos espectaculares de la física moderna, que está basada en conceptos, como por ejemplo los de Feynman, que chocan con la experiencia cotidiana, han demostrado que no es así. Por lo tanto, la visión ingenua de la realidad no es compatible con la física moderna. Para tratar con esas paradojas, adoptaremos una posición que denominamos «realismo dependiente del modelo», basada en la idea de que nuestros cerebros interpretan los datos de los órganos sensoriales elaborando un modelo del mundo. Cuando el modelo explica satisfactoriamente los acontecimientos tendemos a atribuirle, a él y a los elementos y conceptos que lo integran, la calidad de realidad o verdad absoluta. Pero podría haber otras maneras de construir un modelo de la misma situación física, empleando en cada una de ellas conceptos y elementos fundamentales diferentes. Si dos de esas teorías o modelos predicen con exactitud los mismos acontecimientos, no podemos decir que uno sea más real que el

otro, y somos libres para utilizar el modelo que nos resulte más conveniente.

En la historia de la ciencia hemos ido descubriendo una serie de teorías o modelos cada vez mejores, desde Platón a la teoría clásica de Newton y a las modernas teorías cuánticas. Resulta natural preguntarse si esta serie llegará finalmente a un punto definitivo, una teoría última del universo que incluya todas las fuerzas y prediga cada una de las observaciones que podamos hacer o si, por el contrario, continuaremos descubriendo teorías cada vez mejores, pero nunca una teoría definitiva que ya no pueda ser mejorada. Por el momento, carecemos de respuesta a esta pregunta, pero conocemos una candidata a teoría última de todo, si realmente existe tal teoría, denominada teoría M. La teoría M es el único modelo que posee todas las propiedades que creemos debería poseer la teoría final, y es la teoría sobre la cual basaremos la mayor parte de las reflexiones ulteriores.

La teoría M no es una teoría en el sentido habitual del término, sino toda una familia de teorías distintas, cada una de las cuales proporciona una buena descripción de las observaciones pero sólo en un cierto dominio de situaciones físicas. Viene a ser como un mapamundi: como es bien sabido, no podemos representar la superficie de toda la Tierra en un solo mapa. La proyección Mercator utilizada habitualmente en los mapamundis hace que las regiones del mundo parezcan tener áreas cada vez mayores a medida que se aproximan al norte y al sur, y no cubre los polos Norte o Sur. Para representar fielmente toda la Tierra se debe utilizar una colección de mapas, cada uno de los cuales cubre una región limitada. Los mapas se solapan entre sí y, donde lo hacen, muestran el mismo paisaje. La teoría M es parecida a eso.

Las diferentes teorías que constituyen la familia de la teoría M pueden parecer muy diferentes, pero todas ellas pueden ser consi-



Mapamundi Puede que para representar el universo necesitemos una serie de teorías que se solapen entre sí, tal como necesitamos mapas que se solapen para representar la Tierra.

deradas como aspectos de la misma teoría subyacente. Son versiones de la teoría aplicables tan sólo en dominios limitados, por ejemplo cuando ciertas magnitudes como la energía son pequeñas. Tal como ocurre con los mapas que se solapan en una proyección Mercator, allí donde los dominios de validez de las diferentes teorías se solapan, éstas predicen los mismos fenómenos. Pero así como no hay ningún mapa plano que represente bien el conjunto de la superficie terrestre, tampoco hay una teoría que proporcione por sí sola una buena representación de las observaciones físicas en todas las situaciones.

Describiremos cómo la teoría *M* puede ofrecer respuestas a la pregunta de la creación. Según las predicciones de la teoría *M*, nuestro universo no es el único, sino que muchísimos otros uni-

versos fueron creados de la nada. Su creación, sin embargo, no requiere la intervención de ningún Dios o Ser Sobrenatural, sino que dicha multitud de universos surge naturalmente de la ley física: son una predicción científica. Cada universo tiene muchas historias posibles y muchos estados posibles en instantes posteriores, es decir, en instantes como el actual, transcurrido mucho tiempo desde su creación. La mayoría de tales estados será muy diferente del universo que observamos y resultará inadecuada para la existencia de cualquier forma de vida. Sólo unos pocos de ellos permitirían la existencia de criaturas como nosotros. Así pues, nuestra presencia selecciona de este vasto conjunto sólo aquellos universos que son compatibles con nuestra existencia. Aunque somos pequeños e insignificantes a escala cósmica, ello nos hace en un cierto sentido señores de la creación.

Para comprender el universo al nivel más profundo, necesitamos saber no tan sólo *cómo* se comporta el universo, sino también *por qué*.

¿Por qué hay algo en lugar de no haber nada?

¿Por qué existimos?

¿Por qué este conjunto particular de leyes y no otro?

Ésta es la cuestión última de la vida, el universo y el Todo. Intentaremos responderla en este libro. A diferencia de la respuesta ofrecida en la *Guía de la galaxia*, de Hitchhiker, nuestra respuesta no será, simplemente, «42».