

## La cosmología de S. Hawking

S. Hawking y L. Mlodinow. (2010) *El gran diseño*. Barcelona: Crítica.

**Resumen:** Este breve artículo investiga las tesis sustentadas por Hawking en Breve historia del tiempo y en El gran diseño en torno a la 'Teoría del Todo'. Asimismo se aproxima a las implicaciones filosóficas.

**Palabras clave:** Hawking. Breve historia del tiempo. El gran diseño. Filosofía de la física.

**Abstract:** This short paper investigates the thesis supported by Hawking in A Brief History of Time and The Grand Design around the Theory of Everything. It also approaches the philosophical implications.

**Key Words:** Hawking. A Brief History of Time. The Grand Design. Philosophy of physics.

Esta obra se centra en uno de los grandes temas de la cosmología moderna: la búsqueda de una teoría final para la unificación de las fuerzas fundamentales (*gravedad, electromagnética, nuclear débil* –que corresponde a la radioactividad y que actúa sobre todas las partículas de espín  $\frac{1}{2}$ , pero no sobre las partículas de espín 0, 1 ó 2, tales como los fotones y gravitones- y *nuclear fuerte* –que mantiene a los *quarks* unidos en el protón y el neutrón, y a los protones y neutrones juntos en los núcleos de los átomos-, con consecuencias interesantes para la comprensión del cosmos y para el papel que juega en él la convivencia humana.

Desde que Newton introdujo la matematización de la naturaleza surgió el interés por

una “Teoría del Todo” (*Theory of Everything*), también llamada “Teoría de la Gran Unificación” o “Teoría M” (*Mater, Maestra*), la cual debería ofrecernos un cuadro general de todas las leyes de la naturaleza y brindarnos una explicación última del universo. Se sabe que Einstein dedicó sus años finales a esta cuestión de manera obsesiva sin lograr ningún resultado satisfactorio.

Afirman Hawking y Mlodinow (HM, 2010, pp. 15-16):

“Descubriremos cómo la teoría M puede ofrecer respuestas a la pregunta de la creación. Según las predicciones de la teoría M, nuestro universo 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.”

La *Teoría M* no es una teoría en el sentido habitual del término, sino una familia de teorías distintas, las cuales ayudan a describir la imagen del universo pero en un cierto dominio de situaciones físicas. Previo a la *Teoría M*, HM –como es usual en otras obras de Hawking- hacen un repaso por las imágenes del universo desde la

antigüedad –mitología vikinga y presocráticos– hasta Descartes, para concluir con el concepto del *determinismo científico*, “que implica la respuesta a la segunda pregunta (¿por qué existimos?) es que no hay milagros, o excepciones a las leyes de la naturaleza” (p. 42).

Primeramente, ¿qué es la realidad? Esta cuestión es resuelta por HM (2010, pp. 51-52):

“No hay imagen –ni teoría– independiente del concepto de realidad. Así, adoptaremos una perspectiva que denominaremos realismo dependiente del modelo: la idea de que una teoría física o imagen del mundo es un modelo (generalmente de naturaleza matemática) y un conjunto de reglas que relacionan los elementos del modelo con las observaciones. Ello proporciona un marco en el cual interpretar la ciencia moderna.”

Según el *realismo dependiente del modelo* (p. 54), no tiene sentido preguntar si un modelo es real o no, sino si concuerda o no con las observaciones; el uso de modelos (mentales conscientes) científicos o subconscientes (para comprender la cotidianidad) dependen de la conveniencia con la situación que se esté considerando. Ninguna percepción es directa, sino que está mediada por una especie de lente, a saber, “la estructura interpretativa de nuestros cerebros humanos” (p.55). Esto es, el cerebro construye una imagen o modelo mental. (En el *realismo dependiente del modelo*, por ejemplo, los *quarks* existen “en un modelo que concuerda con nuestras observaciones del comportamiento de las partículas subnucleares.”) Este funcionalismo epistemológico sostiene que un modelo sirve *mientras* es útil para moverse en la realidad, en el entendido que la ciencia tiene diversos modelos para explicar la realidad (como lo son el cuántico y el gravitatorio relativista).

Aplicar el *realismo dependiente del modelo* a una cuestión como si el cosmos fue creado en un tiempo infinito, qué pasó antes, responde que el tiempo es una propiedad del mundo creado por Dios y no existía antes de la creación. Este es un posible modelo. También se puede decir que el tiempo empezó hace unos 13.700 millones de años, en el *Big Bang*. Hawking y Mlodinow solamente están diciendo que en su explicación

hipotética del universo, si fuera real, no se tendría necesidad de recurrir a Dios, porque el universo sería un sistema de realidad absoluto y autosuficiente, con el que simultáneamente se generarían un conjunto innumerable de universos.

La satisfactoriedad de un modelo (p. 60) se da si a) “es elegante” (‘ley’ significa comprimir muchos casos en una fórmula, tan sencilla como sea posible, pero no más, a decir de Einstein); b) “contiene pocos elementos arbitrarios o ajustables”; c) “concuerda con las observaciones existentes y proporciona una explicación de ellas”; d) “realiza predicciones detalladas sobre observaciones futuras que permitan refutar o falsar el modelo si no son confirmadas”.

Dualidades como la onda/partícula son consistentes con este realismo, pues dos teorías describen y explican algunas propiedades, pero no se puede decir que ninguna de las dos sea mejor ni más real que la otra (p. 67). En esta visión, el cosmos no tiene una existencia única o una historia única, sino que “cada posible versión del universo existe simultáneamente en lo que denominamos una superposición cuántica” (p. 68). Según la física cuántica, “dado un estado inicial de un sistema la naturaleza determina su estado futuro mediante un proceso fundamental incierto” (p. 82). La incertidumbre dice que nada está localizado en un punto definido, porque, si lo tuviera, la cantidad de movimiento sería infinita, lo cual es imposible. Cada partícula tiene una cierta probabilidad de ser hallada en cualquier lugar del universo, como si tomara a la vez *todos* los caminos posibles entre dos puntos.

Con Feynman se dice que “entre el estado inicial del sistema y nuestras medidas posteriores de sus propiedades, dichas propiedades evolucionan de una cierta manera que los físicos denominan la “historia” del sistema” (p. 91). La historia de cada partícula es simplemente su trayectoria. Según HM, la formulación de Feynman de la mecánica cuántica aplicada al universo implica que el universo –o cualquier partícula– no tiene una sola historia sino todas las historias posibles (con su propia probabilidad) y que nuestras observaciones de un estado actual afectan su pasado y determinan las diferentes historias del universo (pp. 95-96), dado que el tiempo no puede ser

absoluto, pues cada suceso tiene un tiempo según cada observador.

De este modo, la *Teoría M* puede contener cuerdas vibrantes (modo de vibración que tienen longitud, pero no altura ni anchura –como fragmentos de cuerda infinitamente finos–), también partículas puntuales, membranas bidimensionales, burbujas tridimensionales y otros objetos “que resultan más difíciles de representar y que ocupan todavía más dimensiones espaciales, hasta nueve. Son llamados p-branas (donde p va desde 0 hasta 9)” (p. 135). En virtud de la curvatura del espacio interno, la *Teoría M* permite diferentes universos (multiverso). La *Teoría M* permite hablar de unos  $10^{500}$  universos, cada uno con sus propias leyes. (Se trata de una forma diferente de expresar la suma de Feynman sobre historias.)

Las leyes de la naturaleza pueden ser explicadas por la existencia de miles de millones de universos. El concepto de multiverso explica el ajuste fino de las leyes de la naturaleza (p. 187) sin necesidad de un Creador benévolo.

### Balance y perspectivas: Hawking versus Hawking

A inicios del siglo XX se creía que todo se podía entender en términos de mecánica continua. Tras los grandes progresos de la física a lo largo del siglo pasado se tuvo un prudente optimismo para ver una teoría completa, es decir, una que estableciera leyes locales por las que se rigieran las diversas cantidades físicas (formuladas por medio de ecuaciones diferenciales) y, además, las condiciones que indicaran los límites y el estado de algunas regiones del universo en un período determinado.

El 29 de abril de 1980 S. Hawking fue nombrado profesor Lucasiano de Matemáticas en Cambridge. La conferencia de presentación fue “¿Nos encontramos ante el fin de la física teórica?” (Cf. Boslough, 1986, pp. 121-141). Comparemos las tesis de esta Conferencia, las ideas de *Historia del tiempo* y el libro que nos ocupa de HM.

Algunos físicos han simplificado las cosas respecto del origen del universo elevando las

limitaciones de las condiciones iniciales y los parámetros a la categoría de principio, a saber, el *principio antrópico*, el cual reza que “las cosas son como son porque existimos nosotros”. Este no es el caso de S. Hawking ni antes –cuando pronunció la Conferencia– ni después –en *El gran diseño*–.

Para explicar las condiciones iniciales del universo y los valores de los diversos parámetros físicos, se requiere de una teoría unificadora, la cual implica “buscar teorías parciales que permitan describir situaciones en las que se puedan eludir o intuir ciertas interacciones de forma sencilla”. Resulta esencial elaborar una teoría cuántica de la gravedad para no recurrir al principio antrópico. En situaciones normales, el principio de incertidumbre permite que la capacidad humana de hacer previsiones se vea imposibilitada, aunque puede “apuntar probabilidades de que las partículas se emitan de determinadas formas”. La consecuencia inmediata de esto lleva a sostener que, aunque se encuentre una teoría unificada, solo se podrían hacer *predicciones estadísticas*. No habría un único universo sino que habríamos de imaginarnos todos los universos posibles con alguna distribución de posibilidad.

En este marco conceptual, Hawking apuntó a una teoría bien definida en otro momento: la  $N=8$ , cuyas predicciones “en niveles bajos de energía se corresponden de tal manera con las observaciones, que en la actualidad su validez está plenamente aceptada, pese a que aún no se ha alcanzado el nivel de energía en el que se realizó la unificación”. La  $N=8$  prosperó porque posee cualidades valiosas: a) tiene 4 dimensiones, b) incorpora la gravedad y c) es finita sin ninguna sustracción infinita. [a) y b) obligan a recurrir al principio antrópico.] En su *Historia del tiempo*, Hawking presentó un modelo matemático del universo que permitía entender su historia como un sistema oscilante entre estados de singularidad que derivaron en un *big bang* en un tiempo en expansión hasta llegar a estados de colapso gravitatorio y cuya línea inversa de tiempo llevaría a un *big crunch* que generaría otra singularidad y así eternamente.

A lo largo de las últimas décadas, Hawking continuó tratando de hallar una *Teoría del todo*. Finalmente, de la mano con Mlodinow, le da la

bendición a la versión ampliada más reciente de la *teoría de las supercuerdas*. El desposorio de Hawking con la *Teoría M* tiene el inconveniente de que la última pertenece a una familia de modelos que contiene una cantidad aplastante de versiones (entre  $10^{100}$  y  $10^{500}$ ). Aún asumiendo verificabilidad con los hechos y suponiendo medios técnicos adecuados para comprobarlas, resulta imposible elegir alguno de los modelos respecto del universo real. Esta teoría pone de relieve su debilidad: la contradicción subyacente entre las especulaciones teóricas y la corroboración experimental, enfatizando más allá de lo debido la estética formal y la matemática en aras de la verificabilidad explicativa. (La *teoría M* no sería ciencia dura.) Aunque sería posible que nuestro universo real sea uno más entre una serie infinita de universos (multiverso). Teóricamente, la “teoría del multiverso” especula asumiendo un “metasistema” que iría generando los infinitos universos a partir de las historias alternativas. Sin embargo, no todos los colapsos fruto de la evolución del sistema (del ‘meta’) son “reales”; uno es real, el nuestro, los demás son posibles. Además, la infinitud de universos paralelos que no interfieren entre sí ni chocan con el universo nuestro sería demasiado para las historias alternativas de Feynman desde su electrodinámica cuántica.

Por otra parte, en la línea del *realismo dependiente del modelo*, es entendible –pero imperdonable– poner los modelos matemáticos en igualdad de condiciones explicativas prescindiendo de los ámbitos experimentales. La equivalencia de modelos se puede hacer a nivel matemático (geométrico), pero no es posible a nivel físico (geocentrismo ≠ heliocentrismo). La propuesta de HM renuncia a la búsqueda de la realidad, porque la realidad es irreductiblemente diversa y se debe mantener la multiplicidad de teorías explicativas y, por ende, renuncia a la unificación de fuerzas fundamentales. Sin embargo, el mismo Hawking había hablado de esta “posibilidad imposible” en 1980, la de negar la tesis “no existe una teoría

definitiva” porque “representa la imagen de una serie de estructuras a niveles cada vez más altos de energía. Como he dicho antes, esto parece poco probable, pues cabría esperar un posible cese en un nivel de energía Planck en  $10^{28}$  eV”. La *Teoría M* –como un todo– no existe, aunque las teorías actuales de cuerdas existan (falacia de composición).

Además, en su momento la *Teoría M* fue creada para especular sobre las propiedades de una materia primordial a partir de la cual se hubiera generado tras el *Big Bang* tanto el mundo cuántico como las interacciones gravitatorias, como describe Einstein en la relatividad. *Lo novedoso de HM es defender que nuestro universo es uno más entre innumerables universos*. Nuestro universo habría adquirido azarosamente una serie de valores que generarían específicas y sorprendentes coincidencias con el principio antrópico –débil– en el marco del modelo cosmológico estándar. La variedad ( $10^{500}$ ) de universos haría posible que nuestro universo por azar respondiera a las propiedades que posee.

Sopesando los miles de millones de años del universo, S. Weinberg, en su libro *Los tres primeros minutos del universo*, indica que una pequeña diferencia (más o menos cantidad) en la masa, en las energías nucleares o en la fuerza gravitacional, habría hecho imposible que surgieran cuerpos estelares, la vida y los elementos pesados necesario para que la hubiera... El universo *no sugiere ningún sentido*.

## Bibliografía

- Boulough, John. (1986) *El universo de Stephen Hawking*. Barcelona: Salvat Editores, S.A.
- Hawking, Stephen. (1988) *Historia del tiempo: del big bang a los agujeros negros*. Barcelona: Crítica.
- Hawking, S. y Mlodinow, L. (2010) *El gran diseño*. Barcelona: Crítica.
- Weinberg, S. (1999) *Los tres primeros minutos del universo*. Madrid: Alianza Editorial.