

ARTÍCULOS

TEORÍAS DEL TODO E INAGOTABILIDAD DE LO REAL

THEORIES OF EVERYTHING AND INEXHAUSTIBILITY OF REALITY

Paolo Musso*

RESUMEN

La pregunta acerca del sentido último del mundo es tan antigua como el hombre. La novedad es que mientras en los siglos pasados se buscaba la respuesta solo a través del arte, de la mitología, de la filosofía y de la religión, hoy la buscamos también por medio de la ciencia experimental, especialmente de la cosmología y de la llamada "Teoría del Todo" (o TOE, del inglés "Theory Of Everything"). La paradoja es que en dicha búsqueda la ciencia parece a veces contradecir la religión, especialmente el cristianismo, del cual sin embargo ha nacido. En este artículo veremos por qué en realidad las cosas no son así y por qué ninguna teoría podrá agotar completamente la realidad

PALABRAS CLAVE

Teoría del Todo, TOE, cosmología, Hawking, Mlodinow, Galileo, método científico, esencia.

ABSTRACT

The question about the ultimate meaning of the world is as ancient as mankind. The novelty is that, while during the previous centuries we were able to search for an answer only through art, mythology, philosophy and religion, nowadays we can search for it also by means of experimental science, especially cosmology and the so-called "Theory Of Everything" (TOE). The paradox is that during this search science sometimes seems to contradict religion, especially christianism, from which nonetheless it was born. In the present paper we'll see why this is not the case, and why no theory will ever be able to completely exhaust reality.

KEY WORDS

Theory Of Everything, TOE, cosmology, Hawking, Mlodinow, Galileo, scientific method, essence.

* Docente de la Università degli Studi dell'Insubria di Varese (Italia): paolo.musso@uninsubria.it

1. Una pregunta eterna.

Desde cuando, en la más antigua y oscura prehistoria, un ser humano ha levantado por primera vez sus ojos hacia el cielo estrellado, el hombre nunca ha podido dejar de preguntarse, como el pastor del *Canto nocturno* de Leopardi: "¿Para qué existen todas estas luces? [...] ¿Qué significa esta inmensa soledad? ¿Y yo, qué soy?",¹ es decir, si hay un sentido último de la existencia, suya y del mundo en que vive, una explicación no de este o aquel aspecto de la realidad, sino de *toda* la realidad en su conjunto. Desde este punto de vista, la búsqueda de una "teoría del todo" no es nueva, pues no es nada más que la expresión de esta inevitable implicación última de la razón, es decir, del sentido religioso del hombre. Lo que es nuevo, en cambio, es que, mientras en los siglos pasados se buscaba la respuesta solo a través del arte, de la mitología, de la filosofía y de la religión, hoy la buscamos también por medio de la ciencia experimental. Y lo que es paradójico es que en dicha búsqueda la ciencia parece a veces contradecir la religión, especialmente la cristiana, de la cual sin embargo ha nacido. En este artículo veremos por qué en realidad las cosas no son así.

2. La búsqueda de una respuesta racional.

El primer intento racional de descubrir el fundamento último de la realidad se dio en la Grecia antigua en el siglo VII a.C. cuando algunos hombres, que luego fueron llamados "filósofos" (es decir, "amantes de la sabiduría"), empezaron a plantearse la siguiente pregunta: ¿Cuál es el principio de todas las cosas? Por

"principio" ellos no querían decir "lo que está al inicio", sino "lo que las cosas son realmente" o también, dicho de otra forma, "lo que no cambia dentro de lo que cambia". Los primeros filósofos en efecto fueron impactados por la imponente evidencia del *devenir*, o sea, de la continua mutación de todas las cosas, especialmente de su nacer y morir. Esto les empujó a preguntarse si acaso fuese posible encontrar algo que, en cambio, no mutaba y por tanto pudiese ser considerado un fundamento estable de la realidad, porque en un sentido lo que cambia "es menos" de lo que no cambia, porque ahora existe, pero después no más. Todos respondieron a esa pregunta, cada uno de diferente manera: Tales dijo que el principio era el agua; Anaximandro dijo que era lo indeterminado; Anaxímenes dijo que era el aire infinito; Heráclito dijo que era el devenir mismo; Parménides dijo que era el Ser eterno e inmutable que se encuentra más allá del devenir, que solo es aparente; por fin, Anaxágoras y Demócrito dijeron que el principio era representado por un infinito número de partículas inmutables, con la única diferencia que para el primero dichas partículas (llamadas homeomerías) eran de muchísimas especies cualitativamente diferentes, mientras para el segundo eran todas partículas de la misma naturaleza (llamadas átomos) diferentes solo por forma y tamaño y en continuo movimiento dentro de un espacio vacío. Sin embargo, todas dichas respuestas tenían la característica común de suponer que hay un único aspecto de la realidad que puede explicar todos los otros, incluidos los espirituales, que aún no se habían claramente distinguido de los materiales.

1 Leopardi (1981, p. 463). Todas las traducciones al español de los textos citados en este artículo son mías, también cuando el libro ya tiene una edición en castellano.

Un primer cambio importante en dicha investigación aconteció con Sócrates y su discípulo Platón, que por primera vez entendieron claramente que para solucionar realmente este problema y superar las aporías que todas las respuestas anteriores generaban, se necesitaba reconocer que *la realidad no es de un solo tipo*, sino que existen por lo menos *dos* tipos de entidades: uno material, que se conoce a través de los sentidos, y uno espiritual, que se conoce a través de la razón. Sin embargo, ni en Sócrates ni en Platón se encuentra una explicación clara de las relaciones entre los dos. En efecto, Sócrates nunca propuso una teoría explicativa en el sentido estricto del término, mientras que Platón sí propuso una teoría, y muy famosa, sosteniendo que las entidades inmateriales (las "Ideas") existen en un mundo trascendente separado del nuestro y son como modelos de las entidades materiales, que han sido plasmadas a imagen de las Ideas por un dios (el "Demiurgo"), de manera que "participan", aunque imperfectamente, de su inteligibilidad, verdad y bondad, pero Platón nunca aclaró realmente la naturaleza de dicha relación de participación, pues su explicación es racional solo en parte, mientras por otros aspectos queda mitológica, como él mismo reconoció (aunque se trate de un mito "razonable", por así decirlo).

Su discípulo Aristóteles intentó solucionar dicho problema sosteniendo que los principios inmateriales e inteligibles de la realidad no están en un mundo aparte, sino *dentro* de esa, como *principios organizadores* ("formas") de la materia. De

dichas formas derivan las propiedades fundamentales ("esencias") de las cosas, o sea, las que hacen que cada cosa sea lo que es, mientras que las propiedades no fundamentales ("accidentes") derivan en parte de las fundamentales y en parte de las interacciones entre las cosas. Sin embargo, como la manera en que las cosas interactúan una con otra últimamente depende de sus propiedades fundamentales, también las propiedades no fundamentales últimamente dependen todas de las fundamentales, o sea de las "esencias". Luego, para tener un conocimiento basado no solo en la costumbre, sino realmente profundo y sistemático, que además nos permita hacer predicciones fiables, se necesita en primer lugar conocer las esencias de las cosas (lo que para Aristóteles se puede alcanzar simplemente reflexionando sobre la experiencia ordinaria) y después deducir de éstas todas los conocimientos particulares.

Sin embargo, esto significaba abandonar la pregunta acerca de cuál es "el" principio de toda la realidad: desde Aristóteles hasta las últimas décadas del siglo XX. En efecto, el "fraccionamiento" del Principio único de los filósofos presocráticos en una multiplicidad de "*principios*" particulares siempre les pareció a todos² en el mundo occidental el precio (al fin y al cabo aceptable) que necesariamente tenemos que pagar para llegar a un conocimiento efectivo de la realidad, el justo medio entre los dos "opuestos extremismos", ambos últimamente vacíos, de un conocimiento meramente tautológico³

2 Las únicas excepciones han sido las varias formas de panteísmo filosófico propuestas por Spinoza y, sobretudo, por el Idealismo alemán, que, no por nada, siempre se han llevado muy mal con la ciencia e incluso le han causado problemas muy graves todas las veces que han logrado influenciar a la política (Musso, 2011, pp. 235-238). Claramente toda la filosofía cristiana reconocía a Dios como la Causa Primera de todo lo que existe, pero que es diferente del concepto de "principio", que es algo *inmanente* a la realidad material (aunque en sí pueda ser no material, como las formas de Aristóteles).

3 En efecto, del Ser monolítico de Parménides solo se podía decir «que es y no puede no ser».

como el propuesto por Parménides o intrínsecamente contradictorio⁴ como el propuesto por Heráclito.⁵

3. La revolución galileana.

Pese a lo que generalmente se cree (básicamente porque hoy en día muy pocos entienden correctamente el concepto aristotélico de "esencia", que casi siempre es interpretado, anti históricamente, a la luz de la filosofía de Kant, como algo incognoscible que está "más allá" de la realidad sensible⁶), la ciencia moderna comparte muchas de las ideas de Aristóteles que hemos recién visto. Es indudable, en efecto, que los científicos piensan que existe una jerarquía entre las propiedades de las cosas, que las menos fundamentales son causadas, directa o indirectamente, por las más fundamentales y que solo los cambios que acontecen al nivel de estas últimas causan cambios también en la naturaleza profunda de las cosas, mientras que los cambios al nivel de las propiedades menos fundamentales solo la afectan superficialmente. Y no solo esto es lo que los científicos piensan, sino también lo que hacen realmente en su trabajo, pues de hecho las teorías científicas,

especialmente las más importantes y exitosas, son construidas exactamente de manera tal que nos permiten deducir las propiedades menos fundamentales con todos sus cambios en base a las propiedades más fundamentales. Sin embargo, hay por lo menos un punto (pero extremadamente importante) en que tanto Aristóteles como todos los otros filósofos antiguos y medievales se equivocaban: la idea que al conocimiento de las propiedades fundamentales de las cosas se pueda llegar a través de la pura razón.

En efecto, la revolución hecha en el siglo XVII por Galileo Galilei fue esencialmente *metodológica*, y si él se chocó duramente con los aristotélicos de su tiempo fue principalmente porque, basándose en los principios de la filosofía de Aristóteles, sus seguidores habían generado, a lo largo de los siglos, una visión del mundo tan amplia y detallada que para muchos era difícil convencerse que pudiese ser completamente errónea. Sin embargo, el principio metodológico fundamental de Galileo, o sea, no buscar la esencia, sino limitarse a estudiar algunas propiedades,⁷ era, exactamente, *solo*

-
- 4 En efecto, si cuando una cosa cambia *nada* en esa permanece igual, como lo decía Heráclito, no tiene sentido decir que "aquella" cosa ha cambiado, pues no hay nada que nos permita identificar el estado inicial y el estado final como dos diferentes estados de "aquella" cosa: solo podemos decir que en momentos diferentes existen cosas diferentes. En otras palabras, el devenir absoluto es contradictorio, pues finaliza con el destruir el concepto mismo de devenir, que siempre es una mezcla de cambio y permanencia.
- 5 Como esto no es nuestro tema principal, mientras que por otro lado es amplísimo, todo este párrafo es inevitablemente muy esquemático, a no decir grosero, aunque (espero) no hasta el punto de volverse erróneo. Para profundizar véase Reale (1975) y Artigas y Sanguineti (1989).
- 6 Paradójicamente, el lenguaje común ha preservado el significado que el término tenía en la filosofía antigua y medieval mucho mejor que la tradición filosófica: en efecto, todos usamos todavía sin problemas el adjetivo "esencial" para indicar las propiedades más importantes de una cosa o los conceptos más importantes de un discurso, más o menos en el mismo sentido de Aristóteles, aunque generalmente sin ser conscientes de esto.
- 7 «Por lo tanto, o queremos intentar de penetrar especulando la esencia verdadera e intrínseca de las sustancias naturales; o queremos conformarnos con descubrir algunas de sus propiedades. Buscar la esencia, yo creo que es un intento inútil tanto en el caso de las sustancias más simples como de las más lejanas y celestes: y me parece que soy igualmente ignorante sobre la sustancia de la Tierra que de la Luna, de las nubes y de las manchas del Sol; ni veo que comprendiendo estas sustancias cercanas tenemos otra ventaja que el número de las propiedades, pero todas igualmente desconocidas. [...] Pero si queremos limitarnos a aprender algunas propiedades, no me parece que sea imposible descubrirlas también en los cuerpos más lejanos de nosotros, no menos que en los cercanos» (Galileo, 1613, pp. 187-188).

metodológico, en el sentido de que para Galileo, Aristóteles había sido demasiado optimista acerca de las posibilidades de nuestra razón, que en realidad no está en grado de llegar directamente al conocimiento de las propiedades fundamentales de la realidad, por lo que tenemos que empezar estudiando propiedades menos fundamentales, pero más fáciles para conocer. Además, esto solo se puede alcanzar usando el *experimento* y la *matemática*, que son los otros dos principios básicos de su método,⁸ que ya no se conforma con la mera observación del mundo natural, sino pide una *intervención activa* del científico, con el fin de evidenciar y aislar lo más posible las propiedades que se quieren, estudiar.

Sin embargo, pese a que algunas expresiones en el texto citado y también en algunos otros puedan sugerirlo, con esto Galileo no quería rechazar de una forma absoluta la búsqueda de la esencia de las cosas (o sea, lo repetimos, de sus propiedades más fundamentales), sino aclarar que en su nueva perspectiva el conocimiento de la esencia, de ser el *punto de partida* de la investigación científica, como era para los antiguos, se convierte en su *punto de llegada*, que además nunca se podrá conseguir completamente, porque la ciencia no estudia todos los aspectos de lo real, sino solo sus aspectos *medibles*, que ciertamente son parte de la esencia de las cosas, pero no la agotan. Sin embargo, se trata de todos modos de

un conocimiento de cómo las cosas son realmente y no solo de meras apariencias: y que esta sea la interpretación correcta es demostrado no solo por algunos textos en que Galileo habla explícitamente del tema,⁹ sino sobre todo por su trabajo y su vida, que siempre han sido caracterizados por la clara afirmación que la ciencia es un conocimiento verdadero de la realidad, hasta el punto de sufrir el proceso, lo que nunca habría pasado si hubiese aceptado presentar sus teorías como meramente hipotéticas o convencionales. Pero sobretodo esto es demostrado por el desarrollo sucesivo de la ciencia que ha fundado.

4. El "todo" como objeto.

En efecto, por tres siglos la ciencia experimental siguió profundizando cada vez más en el conocimiento de la realidad material, pasando de triunfo en triunfo y descubriendo propiedades cada vez más profundas y luego cada vez más cercanas a la "esencia" de las cosas. Sin embargo, siempre se trataba de "esencias" particulares, aunque a veces de alcance muy amplio, como por ejemplo en el caso de las leyes del movimiento de los cuerpos, descubiertas por Galileo mismo, las leyes del movimiento de los planetas y de la óptica, descubiertas por Kepler, las leyes del electromagnetismo y de la termodinámica, descubiertas por Faraday, Maxwell y Boltzmann, y, sobretodo, la ley de la gravitación universal de Newton, que por más de dos siglos representó para

8 En efecto, el último, o sea el rechazo del principio de autoridad, que muchos pretenden que sea el fundamental, en realidad solo es una *consecuencia* de los otros, pues para Galileo en la ciencia hay una autoridad superior a la humana, que todos pueden interrogar a través de la matemática y el experimento, que es como una pregunta hecha a la naturaleza y, a través de esa, últimamente a Dios mismo, que es su Creador (Musso, 2011, pp. 135-144).

9 Véase, por ejemplo, este texto de los *Diálogos sobre los dos máximos sistemas*: «SALVIATI - Usted yerra, señor Simplicio; usted debe decir que cualquiera sabe que se llama gravedad. Pero yo no le pregunto sobre el nombre, sino sobre la esencia de las cosas» (Galileo, 1632, p. 260). O este de *Las manchas del Sol*, hasta más contundente: «Los nombres y las propiedades tienen que adaptarse a la esencia de las cosas, y no la esencia a los nombres; porque antes fueron las cosas, y después los nombres» (Galileo, 1613, p. 97).

todos "la" teoría científica por excelencia, el modelo ideal desde la cual todas las otras teorías tenían que inspirarse.

No obstante, tampoco la gravedad de Newton podía ser considerada como "el" principio de la realidad, aunque fuese sin duda el más importante y general, pero ciertamente no el único, ya que basándose solo en eso no era posible ni explicar todos los fenómenos de la naturaleza, ni deducir todos los otros principios (aunque sí por lo menos algunos), ni construir una teoría que tuviese como su objeto no este o aquel aspecto de la realidad, sino *la realidad como tal*. Más bien, todos los científicos estaban convencidos de que esto era algo imposible, ciertamente en la práctica y probablemente también en principio. Pero, como siempre lo decía el gran biólogo y genetista J.B.S. Haldane, "*al hacer previsiones sobre el futuro de la investigación científica es necesario tener presente una ley universalmente válida: siempre sucede lo que no se espera*". Así, al principio del siglo XX, justo cuando casi todos ya estaban convencidos de que la ciencia estaba por llegar a su fin, pues ya se había descubierto todo (o por lo menos todo lo que era posible descubrir), se desencadenaron, gracias sobre todo a Einstein, las dos revoluciones científicas más radicales de toda la historia después de la de Galileo: la relatividad y la mecánica cuántica.

Así, en consecuencia de la primera, ya en 1917 se llegó, una vez más por obra de Einstein, al primer modelo cosmológico de la historia, o sea, a la primera teoría que tenía como su objeto el universo en su conjunto. Y pese a que Einstein cometió lo que él mismo más tarde definió "el peor error de su vida", insertando un término *ad hoc* para compensar la tendencia de su modelo de universo a contraerse, lo que le impidió descubrir la posibilidad opuesta de la expansión, en solo 12 años, gracias

a Friedman, Hubble y Lemaître, en 1929 se llegó al primer modelo en grado de hacer afirmaciones correctas acerca de algunas propiedades del universo como tal: la llamada teoría del Big Bang, cuya predicción más importante y espectacular era que el universo no es eterno, sino tiene un origen temporal, pues si se expande esto significa que en el pasado era cada vez más pequeño, hasta llegar a un "primer momento" en que toda la materia estaba comprimida en un único punto sin dimensiones y de densidad infinita, la llamada "singularidad inicial", donde aún no existían ni el tiempo ni el espacio.

Entretanto, en los mismos años, la aplicación de la mecánica cuántica (que inicialmente solo se refería a la energía electromagnética) a la teoría atómica la convirtió en poco tiempo en la teoría general de la realidad a la escala microscópica, abriendo el camino hacia el descubrimiento de las otras fuerzas fundamentales de la naturaleza (las interacciones nucleares débil y fuerte) y sucesivamente hacia su progresiva unificación, que ya había empezado en el siglo XIX con la unificación de electricidad, magnetismo y luz en la fuerza electromagnética por obra de Faraday y Maxwell.

Hasta la fecha, gracias sobre todo a Glashow, Salam y Weinberg, se ha logrado unificar el electromagnetismo con la interacción débil en la llamada fuerza electrodébil, cuya definitiva prueba ha llegado gracias al reciente descubrimiento del bosón de Higgs al CERN de Ginebra, anunciado oficialmente por la investigadora italiana Fabiola Gianotti el 4 de julio 2012 (aunque la primera evidencia ya había sido alcanzada más o menos un año antes). Ahora se está intentando unificar la fuerza electrodébil con la interacción fuerte en la que es usualmente llamada GUT (del inglés

Great Unified Theory, o sea, Gran Teoría Unificada). El paso siguiente (y último) sería la *Teoría del Todo* (o TOE, del inglés *Theory Of Everything*), o sea, el resultado de la unificación de todas dichas fuerzas con la gravedad, lo que representa una tarea mucho más difícil, porque mientras las otras fuerzas, por más diferentes que sean una de otra, se conforman todas a las leyes de la mecánica cuántica, la gravedad en cambio es la única fuerza que no es cuantificada, más bien, en un sentido ni siquiera es exactamente una fuerza, pues según la teoría de la relatividad general la gravedad es una curvatura del espacio-tiempo causada por la masa de los cuerpos. Luego, podemos decir que el problema esencial para llegar a la Teoría del Todo, o sea, a una única teoría de todas las fuerzas de la naturaleza, es la unificación de la mecánica cuántica con la teoría de la relatividad general, que hasta ahora ninguno sabe realmente como solucionar.¹⁰ Sin embargo, por mucho tiempo la evolución del universo pareció depender solo de la gravedad, por lo que las dos líneas de investigación se desarrollaron independientemente una de otra hasta los Setenta, cuando el físico estadounidense Alan Guth tuvo la idea de usar la mecánica cuántica para solucionar algunas paradojas de la teoría del Big Bang, que estaba pasando por su peor crisis desde el momento de su primera formulación.

5. La convergencia entre cosmología y mecánica cuántica.

En efecto, cuando fue concebida por primera vez, la teoría de la expansión del universo, tuvo que enfrentar muchas oposiciones entre los científicos de entonces (Musso, 2011, pp. 412-430), que estaban acostumbrados a razonar dentro del marco del universo newtoniano, en donde el tiempo y el espacio eran infinitos: luego, la idea de un origen temporal del universo, que de dicha teoría era una consecuencia inevitable, parecía ajena a la ciencia (aunque muchos, incluido Newton mismo, la aceptaban por fe). Incluso, tres distinguidos cosmólogos, el inglés Fred Hoyle y los austriacos Hermann Bondi y Thomas Gold, propusieron una teoría alternativa, la llamada "teoría del estado estacionario", según la cual el universo sí se expande, pero desde la eternidad, sin tener ningún inicio. La razón por la cual todavía vemos otras galaxias alrededor de la nuestra, pese a que, alejándose de nosotros desde la eternidad, ya tendrían que estar todas a una distancia infinita, sería que continuamente se produce nueva materia, que va a generar nuevas estrellas, planetas y galaxias, de manera que el estado del universo no cambia en el tiempo¹¹ no obstante su expansión (Hoyle, 1948). Pese a sus paradójicas consecuencias,¹² por algún tiempo dicha teoría tuvo cierto éxito, pero en el

10 Sin embargo, hay que recordar que aún no sabemos qué cosa es la llamada "energía oscura", una fuerza misteriosa que desde hace 5 mil millones de años estaría acelerando la expansión del universo y según los resultados del satélite Planck (cf. nota 16) representaría incluso más que el 70% de la masa total del universo. Es posible que dicha fuerza pueda remontarse a uno u otro de los tipos de energía que ya conocemos, pero, si así no fuese, esto podría afectar profundamente y de una manera completamente imprevisible el camino hacia la Teoría del Todo. Pero acá no hablaremos de este tema, pues aún no se sabe casi nada y por otro lado no es esencial para nuestro discurso.

11 En efecto, esto es exactamente lo que significa el término "estacionario", que no se refiere al universo (en el sentido de que no se expanda), sino a su aspecto (que no cambia pese a que el universo se expanda).

12 En efecto, la cantidad de materia que se necesitaría al nivel local es demasiado poca para que se pueda descubrir (dos átomos de hidrógeno por metro cúbico por año), mientras que en cambio al nivel global es incluso infinita, pues si el universo se expande desde la eternidad, su volumen actual es necesariamente infinito.

tiempo llegaron varias pruebas de que el universo tuvo realmente un inicio, la más contundente de las cuales¹³ fue el descubrimiento de la radiación fósil del Big Bang, en 1964, gracias a los físicos estadounidenses Arno Penzias y Robert Wilson, que pareció decisiva, al punto que incluso Hoyle abandonó la teoría del estado estacionario, aunque sin nunca aceptar la idea del origen temporal del universo.

Sin embargo, con el tiempo se descubrió un número cada vez más grande de incoherencias en el modelo estándar del Big Bang que, a finales de los setenta, se estaba pensando en serio en abandonarlo, al punto que si esto aún no había acontecido, solo era porque ninguno tenía una alternativa mejor.

Si bien de verdad los problemas eran muchos (Musso, 2011, pp. 430-438), los principales eran dos. En primer lugar, la razón del inicio de la expansión no estaba nada clara: en efecto, si la singularidad inicial era realmente de densidad infinita, su gravedad también era infinita, luego ¿por qué empezó a expandirse, en lugar de quedar cerrada en sí misma por toda la eternidad? Segundo, hubo el llamado "problema del horizonte": o sea, se descubrió que el universo en su conjunto era mucho más grande que el universo visible, lo que significaba que el universo tenía que haberse expandido, por lo menos en algún momento y por algún

tiempo, a una velocidad superior a la de la luz, algo que no se podía entender en el marco del Big Bang "clásico".

Ahora bien, Guth se dio cuenta de que se podían solucionar dichos problemas (y además prácticamente todos los otros que acá no hemos mencionado) simplemente reemplazando la singularidad inicial con un minúsculo pedacito de espacio vacío (Guth, 1981, Guth y Steinhardt, 1981). En efecto, según la mecánica cuántica el vacío nunca es realmente vacío, pues siempre existe en él un campo electromagnético latente (el llamado "campo de punto cero") que no puede ser percibido directamente, pero tiene una energía que puede convertirse en partículas, según la célebre fórmula de Einstein $E=mc^2$. Pese a que en condiciones normales dichas partículas vivan por un tiempo demasiado corto para que las podamos ver (por lo que se llaman "partículas virtuales"), ya en 1948 el físico holandés Hendrik Casimir pudo demostrar con un experimento indirecto¹⁴ que existen realmente. Pero hay más: en efecto, bajo especiales condiciones las partículas virtuales pueden convertirse en reales, lo que causa una disminución estable de la energía del vacío, lo que a su vez causa una expansión extremadamente veloz y acelerada del espacio en que este proceso acontece. Ahora bien, dichos efectos eran exactamente los que se necesitaban para solucionar los problemas del modelo del Big Bang y Guth pudo demostrar que

¹³ Las otras eran: 1) la prueba, lograda en los Cincuenta gracias a la recién nacida ciencia de la radioastronomía por el astrónomo inglés Martin Ryle, de que en el pasado las galaxias estaban más cercanas una a otra, en acuerdo con el Big Bang y en contra del estado estacionario; 2) el cálculo de las abundancias de los elementos químicos en el universo, hecho en 1948 por los físicos Ralph Alpher, Hans Bethe, George Gamow y Robert Herman, que demostró que los valores que se encuentran en la realidad son compatibles una vez más con el Big Bang y no con el estado estacionario (Alpher, Bethe, Gamow y Herman, 1948).

¹⁴ El experimento demuestra que dos placas puestas en un espacio vacío son empujadas una hacia otra por la energía de las partículas virtuales, lo que hoy se llama en su honor "efecto Casimir". Sucesivamente, gracias al trabajo de los físicos estadounidenses Willis Lamb y, sobretodo, Richard Feynman, se descubrió que las partículas virtuales juegan un papel esencial para el correcto funcionamiento de las interacciones entre las partículas reales (cf. Musso, 2011, pp. 383-389).

dichas "especiales condiciones" eran exactamente las que se habían dado al inicio del universo. Así, casi por magia, de repente todas las cuentas salían de nuevo perfectamente.

Al principio todo esto pareció incluso *demasiado* perfecto para ser real, pero en el tiempo se han descubierto varios indicios convergentes y bastante fuertes, si bien aún no una prueba definitiva (Musso, 2011, pp. 430-438), por lo que la hipótesis de la expansión acelerada inicial (llamada también *inflación*, con término tomado por el lenguaje económico) hoy en día es generalmente aceptada. Por consiguiente, desde entonces en adelante la cosmología se ha convertido en el lugar privilegiado para verificar cualquier teoría que se proponga como posible Teoría del Todo, porque solo en sus instantes iniciales el universo era lo suficientemente pequeño como para permitir a los fenómenos cuánticos tener efectos relevantes también al nivel gravitacional: por tanto, este ha sido el único momento en toda la historia del universo en que todas las fuerzas estaban juntas y la Teoría del Todo no era solo una teoría, sino la estructura real de la naturaleza. Sin embargo, hasta ahora no existe ninguna teoría cosmológica que esté realmente basada en una Teoría del Todo, simplemente porque hasta ahora no existe ninguna Teoría del Todo, aunque sí existan varias candidatas, aún no realmente satisfactorias.

No obstante, ya en esta forma incompleta, la cosmología cuántica ha llegado a resultados extraordinarios, especialmente gracias a los recientes descubrimientos del satélite Planck, que han confirmado muchas de sus predicciones con una precisión que empieza a acercarse a la de las otras ciencias,¹⁵ lo que es casi increíble si se piensa en cuán inmenso es su objeto en comparación a cualquier otro. Esto se debe al hecho de que, como hemos recién visto, la interacción entre relatividad y mecánica cuántica solo se vuelve relevante en los instantes *inmediatamente* sucesivos al primero, o sea, hasta el llamado "tiempo de Planck",¹⁶ un tiempo de 10^{-43} segundos, tan corto como para ser prácticamente inconcebible, después de que las dos empiezan a actuar de manera sustancialmente independiente una de otra: luego, su unificación solo se necesita para entender lo que ha acontecido entonces, mientras que todo el resto se puede estudiar también usando las dos teorías separadamente. Sin embargo, estos primeros instantes, por más cortos que sean, han sido decisivos en determinar las características y la evolución futura del universo: por tanto, nunca se podrá llegar a una teoría cosmológica completa sin llegar a una Teoría del Todo completa, que aún no tenemos. No obstante, ya tenemos lamentablemente unas interpretaciones erróneas de esa.

15 Planck es un satélite de la ESA (la Agencia Espacial Europea) lanzado el día 14 de mayo 2009 de la base de Kourou en la Guyana francés con la misión de tomar un mapa extremadamente preciso de la radiación fósil del Big Bang a través de dos diferentes experimentos, uno liderado por científicos franceses y el otro por científicos italianos, entre los cuales está mi gran amigo Marco Bersanelli. Hasta ahora (pues el análisis de los datos que ha recogido aún no ha terminado), sus descubrimientos más importantes han sido la determinación de la edad del universo, que ahora sabemos que es de 13.820.000.000 años \pm 0,4% (o sea una parte en 250: como un error de un metro en la determinación de la longitud de un estadio de fútbol), de la constante de Planck (de la cual depende la velocidad de expansión del universo) y de la masa del universo con su distribución entre materia visible, neutrinos, materia oscura y energía oscura.

16 Así llamado (como también el satélite) en honor del gran físico alemán Max Planck, que propuso primero el concepto de *cuanto* de energía.

6. El big bang cuántico y sus malas interpretaciones.

Pese a los bien conocidos problemas que Galileo tuvo con la Iglesia de su tiempo (o, más exactamente, con una parte de esa, pues él tuvo muchos amigos y admiradores también entre los eclesiásticos, incluidos varios cardenales), el cristianismo ha sido un factor importante y probablemente incluso decisivo para el nacimiento de la ciencia moderna, mientras que el panteísmo, en cambio, siempre se ha llevado muy mal con esta (Jaki, 1978, Hodgson, 2002 y Musso, 2011). En particular, la idea de Creación, que siempre fue ajena al mundo pagano, fue la base conceptual de la inversión metodológica galileana, pues si el mundo es como es no es por una necesidad metafísica, como siempre lo pensaron los griegos, sino por una decisión libre de Dios. De esa decisión derivan sus propiedades por lo que no pueden ser conocidas solo en base a la lógica, porque su negación no es contradictoria, como en cambio sería la negación de una verdad lógica, matemática o metafísica. Por esto, para descubrir las leyes de la naturaleza no basta razonar, sino que es necesario *ir a ver* cómo son las cosas de hecho; y es otra vez por esto que las teorías científicas, progresando, pueden cambiar, por lo menos en parte,¹⁷ mientras

que lógica, matemática y metafísica solo pueden descubrir nuevas verdades, pero no cambiar lo que ya han descubierto.

Es por tanto bastante paradójico que, según muchos opinan, exactamente el resultado último de aquella ciencia que ha nacido gracias a la idea cristiana de Creación y al rechazo del panteísmo, implicaría el rechazo de la idea de Creación y el regreso al panteísmo. Sin embargo, como ahora veremos, esta no es una consecuencia necesaria de la cosmología moderna, sino solo de algunas interpretaciones filosóficas incorrectas de esta.

El error más banal y fácil de aclarar, pero al mismo tiempo el más frecuente¹⁸ y peligroso (pues siempre son los errores banales los que más fácilmente se difunden en la mentalidad común) es la idea de que si el universo ha nacido espontáneamente del vacío, luego no se necesita ningún Creador. A este respecto no hay mucho que decir: simplemente, acá hay una evidente confusión entre el vacío cuántico y la nada en el sentido metafísico del término. En efecto, la nada solo es un término negativo, que no se refiere a una entidad de algún tipo, sino exactamente a la *ausencia* de cualquier tipo de entidad: luego, de la nada no se puede decir nada.¹⁹ En cambio, el vacío cuántico, como ya

17 En cambio es falso que puedan cambiar *completamente*, como afirma la epistemología anti-realista contemporánea: en la ciencia real, la revisibilidad de las teorías siempre tiene límites precisos (cf. Musso, 2011, pp.499-530).

18 Al punto que ha nacido junto a la formulación de la teoría de la inflación, pues Guth mismo ya escribía: «Es fuerte la tentación de dar un paso hacia adelante e hipotetizar que todo el Universo ha nacido literalmente de la nada, [...] una suprema comida gratis» (Guth, 1981). Sin embargo, Guth mismo acá reconoce que esto sería, exactamente, "dar un paso hacia adelante", o sea, decir *algo más* de lo que la ciencia realmente dice.

19 A este propósito hay que decir que la expresión "creación de la nada", que se usa a menudo no solo en el lenguaje común, sino también en la teología, no es muy correcta y ciertamente favorece este tipo de malentendido, pues sugiere una idea de "proveniencia", que obviamente siempre es proveniencia "de algo", después de que es casi inevitable imaginar este "algo que no es nada" del cual el mundo proviene como una suerte de espacio vacío. Al contrario, el sentido correcto de dicha expresión es exactamente que el mundo no "proviene" de ningún lugar ni "está hecho" de ningún objeto preexistente, sino que existe solo y únicamente en consecuencia de la pura voluntad de Dios.

hemos visto, no es por nada vacío, sino tiene muchas y complejas propiedades, de las que se pueden decir muchas cosas. Luego, el vacío cuántico es ciertamente "algo" y por lo tanto el problema de la necesidad de un Creador se pone en relación a eso exactamente como a cualquier otra cosa que hubiese existido en su lugar al principio del universo.²⁰

Una idea más refinada se basa en la llamada teoría del *multiverso*, de la cual existen varias versiones, pero que comparten todas una misma idea básica: que nuestro universo, pese a que tenga un origen temporal, solo es parte de un conjunto de universos²¹ que en cambio podría²² no tenerlo, es decir, podría ser eterno y luego no necesitar un Creador. Acá el error es un poquito más sutil, pero nace una vez más del no entender correctamente la idea de Creación, que es concebida como una relación temporal mientras que se trata de una relación ontológica. En efecto, "Creación" no significa que Dios en cierto momento ha hecho el mundo, pero que después existe por su cuenta, sino que Dios *en cada momento* hace existir el mundo, que independientemente de Él no estaría en

grado de sobrevivir ni siquiera por un instante: es decir, la Creación no es algo que ha acontecido una vez en el pasado, sino algo que acontece continuamente en el presente (por esto se habla de "Creación continua"). Para decirlo con un ejemplo, la idea errónea es análoga a concebir la creación del mundo como el nacimiento de un niño, que sí es causado por su madre, pero después vive una vida independiente de la suya. En cambio, la idea correcta la concibe como la relación del niño con su madre *antes* del nacimiento, cuando todavía se encuentra dentro del vientre suyo, recibiendo de ella la vida en cada instante.

Ahora bien, si así son las cosas, claro está que el "primer momento" del universo, si hubo, no fue nada diferente a todos los otros momentos sucesivos: luego, el hecho de que dicho "primer momento" hubo o no hubo *no es relevante* desde el punto de vista filosófico y teológico, pues Dios, así como podría estar creando el mundo desde cierto momento (por ejemplo, desde hace 13.820.000.000 de años), podría al igual estar creando el mundo desde la eternidad.²³ Por consiguiente, la hipótesis

20 Además, aún no está cierto que el vacío cuántico sea realmente la realidad originaria, pues, como hemos dicho, esto no se podrá saber hasta que no se llegue a la auténtica Teoría del Todo: de todos modos, esto solo es un argumento adicional, pues el punto decisivo es el precedente.

21 Que se generarían de varios modos: para algunos los universos nacerían uno de otro a través de los agujeros negros (Smolin, 1997); para otros nacerían juntos uno a otro durante la inflación (Guth, 1981); por fin, para algunos, entre los cuales Hoyle después de haber abandonado su primera versión del estado estacionario, nacerían independientemente uno de otro de varios Big Bang que acontecerían dentro de un súper-espacio vacío que estaría expandiéndose desde la eternidad (cf. Hoyle, Burbidge y Narlikar, 1993 y Vilenkin, 2006). En todos los casos, la parte verificable de la teoría siempre coincide con el modelo del Big Bang estándar.

22 En efecto, no todos sus teóricos afirman que el multiverso es eterno, pues a algunos solo les interesa para explicar por qué las condiciones iniciales de nuestro universo son tan especiales (como en efecto son), lo que es sorprendente si existe un único universo, pero mucho menos si hay una multitud, pese a que no sea infinita. Esta es también la posición de Hawking y Mlodinow, de que hablaremos en el párrafo siguiente.

23 Lo extraño es que también en la física hay muchísimos ejemplos de causas que no preceden su efecto, sino que son contemporáneas a eso, pues esta es una característica de la relación causal como tal: luego, es sorprendente que muchos científicos, que aceptan sin ningún problema este concepto durante su trabajo de investigación, en cambio parecen no entenderlo más cuando empiezan a razonar de la cuestión de la Creación. En cambio, una causa no puede ser *suæsiva* a su efecto, a parte la causa final, pero de que la física no trata (mientras que sí lo hace la filosofía y también el sentido común).

del multiverso eterno es *metafísicamente neutral* y debe ser evaluada exclusivamente desde el punto de vista científico. Esto ya lo había entendido hace 8 siglos Santo Tomás de Aquino, el cual afirmaba, incluso, que el origen temporal del mundo no se puede demostrar racionalmente, sino que se debe creer solo por fe. Sin embargo, en su tiempo aún no se había entendido claramente que la Biblia no se debe interpretar literalmente cuando habla de asuntos científicos, lo que solo se logró después de la dramática vicisitud del proceso a Galileo. Hoy en día, en cambio, estamos conscientes de que, así como el cuento del *Genesis* no significa necesariamente que el mundo fue hecho realmente en 6 días, asimismo tampoco significa necesariamente que hubo realmente un primer momento del cual todo empezó: solo significa que el mundo no tiene en sí mismo las razones de su propia existencia y por lo tanto depende de Dios. Luego, la situación actual es exactamente opuesta a la del tiempo de Santo Tomás, pues hoy en día es la razón (a través de la ciencia) más bien que la fe que nos empuja a creer en el origen temporal del universo. En efecto, la paradoja es que, mientras la teoría del multiverso no contradice de ninguna manera a la fe cristiana, en cambio contradice (o por lo menos no se conforma completamente) al método científico galileano, pues hasta la fecha nadie tiene la mínima idea de cómo se podría comprobar experimentalmente, no solo en la práctica, sino incluso en

principio, pues según la teoría misma los diferentes universos no tendrían ninguna manera de comunicarse uno con otro.

Obviamente no se puede excluir que, tarde o temprano, se descubra una consecuencia de la teoría del multiverso que se pueda observar dentro de *nuestro* universo, lo que la volvería verificable: y esta es la razón por la cual vale la pena seguir investigando. Sin embargo, no se puede negar que, esperando aquel momento, en su estado actual, la teoría sigue siendo no verificable en principio y por tanto pertenece más a la metafísica que a la física, pese a que sus "materiales de construcción", por así decirlo, sean tomados de la física. Lo preocupante es que en los últimos tiempos algunos cosmólogos han empezado a decir que la prueba experimental no sería tan importante y que la teoría se debería aceptar solo en base a su coherencia lógica, lo que de hecho significaría regresar a la manera pre-galileana de hacer la ciencia a priori. Afortunadamente, el progreso de la cosmología experimental, que en los últimos años, gracias sobre todo al satélite Planck, ha decididamente subido de nivel, debería contrabalancear dichas tendencias que todavía son minoritarias. Sin embargo, es muy significativo que los que proponen el rechazo de la necesidad de la verificación experimental de la teoría del multiverso son muy a menudo los mismos que proponen una interpretación panteísta de esta,²⁴ lo que es una prueba ulterior de que, como se decía en lo

24 Véase, por ejemplo, las claras afirmaciones de Smolin (1997) y Sciama (1998). Sin embargo, Hoyle también, con su loca teoría de la "inteligencia-guía del futuro infinito" que sería una forma de super-inteligencia producida por la evolución del universo que guiaría esta misma evolución actuando al revés a través del tiempo, o sea desde el futuro hacia el pasado, de manera de generar a sí misma (Hoyle, 1983), al final ha llegado a una forma de panteísmo, aunque bastante rara, según el estilo extravagante que siempre ha tenido por toda su vida. Einstein también, como todos sabemos, tenía una fuerte tendencia hacia el panteísmo, que tuvo su (mala) influencia en empujarlo a cometer el "peor error de su vida" (cf. § 4), pues en efecto, si la idea de un universo que se contrae cada vez más hasta desaparecer en una singularidad ya es bastante rara y difícil de aceptar, es mucho más paradójica aceptar que esto pueda afectar a Dios mismo, como aparece inevitable en una perspectiva panteísta, para la cual Dios

anterior, el panteísmo siempre se lleva mal con la ciencia. De todos modos, la conclusión es que, por lo menos hasta ahora, en la cosmología moderna no hay nada incompatible con la fe cristiana, ya que, como hemos visto, todas las objeciones que se han propuesto en realidad han nacido de interpretaciones erróneas de algunos conceptos físicos y/o metafísicos.

7. El "gran desafío" de Hawking y Mlodinow.

Sin embargo, un desafío mucho más radical ha sido lanzado en 2010 por el famoso astrofísico inglés Stephen Hawking en *El Gran Designio* (Hawking y Mlodinow, 2010), un libro escrito junto a su colega ruso Leonard Mlodinow en que se plantea el problema de la naturaleza que tendría la Teoría del Todo, que, como ya hemos adelantado, estaría muy estrictamente relacionada con la teoría cosmológica final, hasta el punto de coincidir prácticamente con esta.

En efecto, dicha teoría sería una descripción completa de la estructura básica de toda la realidad material, que sigue y siempre seguirá siendo igual a sí misma a través de todos los cambios que el universo ha sufrido en el pasado y sufrirá de nuevo en el futuro durante su turbulenta evolución y de la cual últimamente dependería todo lo que en el universo acontece: es decir, sería algo realmente muy parecido al famoso "principio de todas las cosas" buscado por los primeros filósofos. La gran cuestión

es si se trataría de un principio solo físico o también metafísico. A primera vista se podría estar tentado de liquidar el problema simplemente con decir que una teoría física solo puede llegar a demostrar principios físicos: sin embargo, aunque al final esta será también nuestra conclusión, es oportuno no llegar a esa apresuradamente y examinar con mucho cuidado toda la cuestión, porque las cosas, como veremos pronto, son un poquito más complejas.

De verdad, Hawking había empezado a plantear el problema ya desde su primer y más famoso libro, *Breve historia del tiempo* (Hawking 1988), que finalizaba con preguntar si Dios creando el universo tuvo o no una alternativa, es decir, si en principio el universo podría ser diferente a lo que es o si en cambio el nuestro es el único posible, pues cualquier otro sería contradictorio. Hay que reconocer que en esta primera fase de su pensamiento su posición era bastante equilibrada, pues se limitaba a plantear el problema en forma de pregunta, sin pretender imponer ni su punto de vista personal (pese a que parecía claro que él opinaba en favor de la necesidad) ni el de la comunidad científica en su conjunto, subrayando al contrario la importancia de que todos, también las personas comunes, pudiesen participar en el debate. Además, hablando de "necesidad del universo" Hawking no quería negar ni la existencia de Dios ni su libertad, pues solo la entendía en el sentido de que Dios no habría podido crear un universo diferente, pero siempre le quedaba por lo menos la libertad de

y el universo son la misma cosa. Sin embargo, acá se necesitarían unas precisiones, pues en el tiempo Einstein, si bien sin convertirse formalmente ni tampoco rechazar explícitamente el panteísmo, empezó acercarse a la tradición judío-cristiana, valorando cada vez más sus principios (en parte, aunque no solo, por haber visto las trágicas consecuencias de su rechazo por los nazis), hasta el punto de afirmar que «la función de la educación y de la escuela [es] ayudar a los jóvenes a crecer en un espíritu tal que dichos principios sean para ellos como el aire que respiran» (Einstein, 1950, p. 637-639). Para los detalles véase Musso (2011, pp. 469-472).

decidir si crear o no crear. En cambio, en el libro que ha escrito junto a Mlodinow su posición ha cambiado mucho, pues no solo acá los dos han tomado decididamente partido por la tesis de la necesidad del universo, sino la han entendido de una forma mucho más radical, o sea, en el sentido de que si fuese posible probar que hay solo una Teoría del Todo que sea coherente, esa sería "un modelo de un universo que se crea a sí mismo" (Hawking y Modinow, 2010, p. 171), únicamente en fuerza de su intrínseca necesidad. Esto ha despertado muchas reacciones negativas y a veces incluso indignadas, lo que en parte es comprensible, pues los dos, como ya en los últimos años se había vuelto (mala) costumbre de Hawking, a menudo pretenden solucionar en pocas líneas²⁵ problemas extremadamente complejos y acerca de los cuales toda la humanidad se ha interrogado desde siempre, simplemente usando el siguiente método: 1) dar por ciertas (o, más exactamente, por descontadas) las ideas que les gustan, aun cuando no lo son por nada; 2) ni siquiera considerar (o, más exactamente, ni siquiera mencionar) las ideas que no les gustan, aun cuando tengan sólidas razones a su favor. Luego, se entiende perfectamente que sea fuerte la tentación de considerar todo su discurso como una locura sin sentido y rechazarlo en bloque. Sin embargo, creo

que sería un error, porque de esta manera no se entiende el real alcance del desafío de Hawking y Mlodinow, cuya tesis básica no es nada banal: y si es verdad que es mal expresada y peor justificada, es también verdad que algunos de sus argumentos más cuestionables son innecesarios y los otros pueden ser corregidos y mejorados, por lo menos en parte. Luego, si no se va al corazón del problema, nunca se lo solucionará realmente, porque tarde o temprano llegará alguien que retomará dicha tesis de una forma más refinada, en contra de la cual ya no serán válidas las objeciones que en cambio es fácil oponer a las muchas afirmaciones simplistas y groseras²⁶ contenidas en *El Gran Designio*.

Ahora bien, ¿en qué consiste dicha tesis básica? Ya lo hemos en parte adelantado: es la idea del posible descubrimiento de la necesidad del universo. Esto a primera vista puede parecer incompatible con lo que hemos dicho acerca del método científico, que ha nacido precisamente de la idea de que no se puede conocer la esencia de la realidad por medio de la pura razón, exactamente porque el mundo es contingente siendo una creación libre de Dios. Sin embargo, la sustancia de la objeción de Hawking y Mlodinow, purificada de todo lo innecesario y expresada de una forma explícita,²⁷ es que, aunque *históricamente* sí fue dicha idea la

25 El libro es largo más o menos 200 páginas, pero (como todos los últimos libros de Hawking) está escrito en letras muy grandes, con muchos espacios blancos, muchas figuras y un amplio diccionario de los términos técnicos al final. Luego, todo el texto en su conjunto no equivale a ni siquiera cien páginas de un libro normal.

26 Por ejemplo: en su descripción de la historia de las relaciones entre ciencia, filosofía y religión hay varios y graves errores, pese a que sea extremadamente corta; ellos también confunden el vacío con la nada; dan por descontada la existencia del multiverso (aunque no eterno); afirman que si nuestro comportamiento fuese la consecuencia de un mecanismo determinista extremadamente complejo, nunca se podría demostrar que la libertad no existe, luego la libertad no existe; una parte importante de su argumento se basa en lo que llaman "realismo dependiente de los modelos", pero que de hecho es una forma de anti-realismo (muy parecida a la de Hilary Putnam) y de todos modos no es una teoría científica sino filosófica (que además ni siquiera intentan demostrar), pese a que pretendan basarse solo en la ciencia pues "la filosofía ha muerto" (Hawking y Mlodinow, 2010, p. 5); pretenden definir qué cosa es la vida (algo que casi todos los biólogos consideran imposible) basándose en el videojuego *Life*; y se podría seguir.

27 Lo que en *El gran designio* no acontece, pues Hawking y Mlodinow no desarrollan ningún análisis serio del método científico y de su origen; sin embargo, como es fácil darse cuenta, esto es el sentido objetivo

que empujó a Galileo a invertir el método de la ciencia natural, *en principio* no se puede excluir que el universo en sí mismo sea necesario, pero *aparece* contingente por ser demasiado complejo para que su necesidad sea *evidente* a primera vista, así que nunca podríamos darnos cuenta intuitivamente, sino solo después de siglos de investigación científica, cuando por fin lleguemos justamente a la Teoría del Todo.

En otras palabras, esto significa que los dos han descubierto *el único camino a través del cual se puede esperar comprobar el científicismo*, es decir, la pretensión de que la ciencia sea no solo un conocimiento verdadero, sino también *completo* de la realidad, es decir, sea capaz, por lo menos en principio, de agotarla. En efecto, cualquier otro intento de este tipo choca inevitablemente (aunque muchos no quieren admitirlo, pero que es otro problema) con la autolimitación metodológica que, como hemos visto, vincula la ciencia a estudiar solo los aspectos medibles de la realidad. Luego, por más que la ciencia pueda progresar, siempre quedarán cosas que no podrá explicar. Sin embargo, si la ciencia pudiese llegar a conocer el principio que gobierna la evolución de todo el universo, y además fuese posible demostrar que dicho principio se justifica por sí mismo, sin necesidad de presuponer ninguna otra cosa como su propio fundamento, entonces dicho principio representaría la explicación última del por qué existe todo lo que existe, luego también de aquellos aspectos que aparentemente no se pueden deducir de eso.

He aquí, pues, por qué *El Gran Designio* de Hawking y Mlodinow representa realmente El Gran Desafío del científicismo, que por lo tanto se debe tomar muy en serio, buscando una respuesta que esté a la altura de la radicalidad de su contenido y no de la inadecuación de su forma. Pero hay más. En efecto, para los que se oponen al científicismo esto no solo es un desafío, sino también una *oportunidad*, porque si se pudiese demostrar que ni siquiera de este modo es posible comprobar el científicismo, podríamos estar seguros de que nunca se podrá comprobarlo de *ningún* otro modo. Ahora bien, *¿se puede* demostrar que el argumento del *Gran Designio* no funciona, no solo en la forma inadecuada que le han dado los autores, sino *en sí mismo*? Yo creo que sí.

En primer lugar, aun cuando se pudiese probar que existe una única Teoría del Todo coherente, no está nada claro por qué razón, del hecho de que si algo existe debe tener necesariamente cierta estructura, derivaría existir necesariamente algo que tiene dicha estructura: de verdad, esto parece mucho más un truco verbal que una deducción correcta. De todos modos, incluso si *fuese* correcta, solo se habría demostrado la existencia de una necesidad *lógica* y no ontológica, por lo que quedaría válida la pregunta que Hawking mismo se había planteado al final de su primer libro: "*¿Por qué el universo se da la pena de existir? ¿Qué cosa es lo que sopla el fuego en las ecuaciones y les brinda un Universo para describir?*" (Hawking, 1988, p. 174), a lo que en 1992, durante una entrevista con la periodista Sue Lawley para la BBC, había incluso agregado: "Si quiere, puede decir que Dios es la respuesta a esta pregunta".

de su discurso. Además, los dos usan explícitamente un argumento del todo análogo (cf. nota 26) para negar la existencia de la libertad humana (Hawking y Mlodinow, 2010, pp. 30-32).

Sin embargo, hay también otra objeción, mucho más radical y contundente, porque va a golpear la base de todo su razonamiento, o sea, la posibilidad de demostrar la unicidad de la Teoría del Todo, y además (a diferencia de la precedente que implica también unos conceptos filosóficos, que hoy no todos están dispuestos a aceptar) se basa exclusivamente en la ciencia y en la lógica, vale decir, en las mismas cosas en que pretenden basarse Hawking y Mlodinow. En primer lugar, cabe decir que los dos dan por descontado que la única posible Teoría del Todo sea la llamada "M-teoría", que es una suerte de super-teoría de la cual se piensa que se puedan derivar como casos especiales todas las diferentes versiones de la llamada "teoría de cuerdas". En realidad el asunto es absolutamente cuestionable, si consideramos que es todavía una teoría esencialmente matemática y además muy incompleta, que aún no ha logrado hacer *ni una* predicción física, no solo acerca de fenómenos nuevos, sino tampoco de los ya conocidos, lo que hace algunos años ha empujado al físico portugués João Magueijo a resumir icásticamente la situación en el siguiente juicio que queda sustancialmente válido: "*Los teóricos de cuerdas han logrado la nada con una teoría que no existe*" (Magueijo, 2003, p. 288). Obviamente Hawking y Mlodinow ni siquiera *mencionan* este "pequeño" problema, pero no importa, pues, aun suponiendo que todo lo que dicen sea correcto y que al final la M-teoría sea realmente la verdadera Teoría del Todo, igualmente no se deriva nada de lo que ellos opinan.

En efecto, ya en 1931 el lógico austriaco Kurt Gödel había demostrado un célebre teorema que establece que cualquier sistema formal lo suficientemente potente para formalizar la aritmética (o sea,

prácticamente todos, y ciertamente todas las teorías físicas) es necesariamente incompleto (es decir, contiene proposiciones que, aun siendo verdaderas, no se pueden demostrar) y además no puede demostrar su propia coherencia. Es verdad que esta se puede demostrar usando otro sistema más potente, pero que a su vez no podrá demostrar su propia coherencia y luego tampoco la validez de sus demostraciones, incluida la de la coherencia del primer sistema, y así sucesivamente. Luego, como no se puede ir al infinito, deriva que no es posible dar una demostración formal absoluta de la coherencia de *ningún* sistema formal.²⁸ Como veremos pronto, esta será la clave para demostrar que Hawking y Mlodinow se equivocan, pero cuando se habla de Gödel siempre hay que poner mucho cuidado, pues, lamentablemente, dicho teorema muy a menudo ha sido usado incorrectamente para sostener que es imposible llegar a construir una Teoría del Todo, lo que es falso y nace de un malentendido tanto del sentido de dicho teorema como de aquello de la Teoría del Todo. En efecto, en cuanto al problema de la incompletitud, ninguno (ni siquiera Hawking y Mlodinow) piensa que de la Teoría del Todo se pueda deducir "todo" lo que acontece en el mundo, pues hay varios límites, tanto prácticos como de principio, que se han descubierto en el último siglo, como el indeterminismo cuántico, el caos determinista y la complejidad (Musso, 2011, pp. 364-383 y 475-483); luego, desde este punto de vista, la incompletitud gödeliana no cambia mucho. Y en cuanto a la imposibilidad de demostrar la coherencia de un sistema, no se debe olvidar que las teorías físicas no se comprueban a través de demostraciones lógicas, sino gracias a los experimentos con los cuales el teorema de Gödel no tiene nada que ver. Luego, Hawking y

28 Cf. Gödel (1931). Para profundizar véase Musso (2013).

Mlodinow tienen razón cuando dicen que cuando se descubra finalmente la Teoría del Todo, es posible (aunque no cierto) que se pueda también demostrar que es la única coherente: pero – y esto es el punto – *solo en relación al universo en que vivimos y no en absoluto*. Ellos mismos justifican su convicción con este razonamiento: *"La teoría última debe ser coherente y debe predecir resultados finitos para las magnitudes que podemos medir. Hemos visto que debe existir una ley como la de la gravedad, y [...] que la teoría de la gravedad, para predecir magnitudes finitas, debe tener aquella característica que se llama supersimetría entre las fuerzas naturales y la materia sobre la cual ellas actúan. La M-teoría es la más general teoría supersimétrica de la gravedad. Por dichas razones la M-teoría es la única candidata al papel de teoría completa del universo. Si es finita – y esto todavía tenemos que demostrarlo – será un modelo de un Universo que se crea a sí mismo. Nosotros debemos ser parte de este Universo, pues no hay otros modelos coherentes"* (Hawking y Mlodinow, 2010, p. 171). Ahora bien, dejando de lado todos los detalles técnicos que no son relevantes, pues ya hemos establecido que, de suponer (pese a que no sea nada cierto) que los dos tengan razón a este propósito, de sus mismas palabras se ve claramente que al máximo la M-teoría podría ser la única teoría coherente *de las leyes que valen en nuestro universo*. Sin embargo, para pretender que una teoría pueda incluso crear el universo de la nada únicamente en base a su intrínseca necesidad, lo que ya en sí parece muy cuestionable, se requiere *por lo menos* que dicha necesidad sea absoluta y no simplemente relativa a cierto conjunto de leyes: pero demostrar esto es todo otro tema, pues se necesitaría demostrar que *ningún* otro conjunto concebible de leyes podría generar un universo coherente.

Sin embargo, ¿cómo sería posible, no digo refutar, sino solo *conocer* dichos conjuntos de leyes alternativas?

Ciertamente no basándonos en el método experimental, pues dichas leyes no se refieren a universos realmente existentes, sino solo posibles. Aún menos a través de la imaginación, si consideramos que ni siquiera hemos estado en grado de imaginar las leyes de *nuestro* universo (y exactamente por esto se ha necesitado adoptar el método experimental). Además, los posibles conjuntos de leyes alternativas son potencialmente infinitos, luego ningún método concebible podría permitirnos conocerlos todos. Por consiguiente, la única manera de demostrar que la Teoría del Todo que vale para nuestro universo es la única coherente en absoluto sería *por medio de una prueba lógica*. Sin embargo, para demostrar *lógicamente* que "nuestra" Teoría del Todo es la única coherente (y por tanto es necesaria en un sentido absoluto) se necesitaría en primer lugar demostrar *lógicamente* (y ya no solo experimentalmente) que "nuestra" Teoría del Todo es coherente: pero esto es exactamente lo que el Teorema de Gödel nos prohíbe. Luego, la demostración de la necesidad absoluta de "nuestra" Teoría del Todo es imposible en principio y por lo tanto el entero argumento de Hawking y Mlodinow en favor del cientificismo fracasa.

8. Conclusiones.

Después de más de dos mil años durante los cuales siempre y solo se han investigado las esencias y/o las propiedades de aspectos particulares de la realidad, hoy en día finalmente, gracias a la ciencia experimental fundada por Galileo, hemos retomado la búsqueda de la estructura fundamental de nuestro mundo en su conjunto, es decir, del "principio de todas las cosas" con que soñaron los primeros filósofos presocráticos y que hoy llamamos "Teoría del Todo". Además, por primera vez en la historia, no solo estamos buscando dicho principio, sino tenemos la posibilidad

real de descubrirlo y quizás incluso de establecer si es necesario o contingente.

Sin embargo, diferentemente a lo que pensaban aquellos antiguos sabios, que aún no habían llegado a entender claramente esta distinción, dicho principio solo y siempre sería un principio físico y no metafísico, incluso en el caso de que fuese un principio necesario, pues dicha necesidad nunca podría ser absoluta sino solo y siempre condicionada, o sea, relativa a cierto conjunto de leyes fundamentales que a su vez la teoría no podría justificar que sean las leyes que rigen nuestro universo o incluso las súper-leyes que rigen el (hipotético) multiverso y de las cuales derivarían las nuestras.

Luego, al final de la investigación científica de nuevo encontramos el mismo principio que estaba al inicio, o sea, la contingencia del mundo, que por tanto debemos reconocer como real y no solo como una mera apariencia causada por su extrema complejidad. Por tanto, el principio último de la realidad se debe buscar más allá de nuestro mundo material y a través de medios distintos a los de la ciencia. Independientemente de que sea representada realmente por la M-teoría o (como yo creo) por otra que aún ni siquiera podemos imaginar, el descubrimiento de la Teoría del Todo, cuando acontezca, lo demostrará más claramente. Será la victoria definitiva de Galileo y de su humilde ensanchamiento de la razón frente a la inagotabilidad de lo real sobre cualquier intento de reducir ambas a nuestra mezquina y últimamente siempre decepcionante medida.

REFERENCIAS

Alpher Ralph, Bethe Hans, Gamow George y Herman Robert (1948). «The origin of chemical elements». *Physical Review*, vol. 73, n. 7, pp. 803-804.

Artigas Mariano y Sanguinetti Juan José (1989). *Filosofía de la Naturaleza*. Pamplona: Universidad de Navarra.

Galilei Galileo (1613). *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*. Roma: Giacomo Mascardi. In Galileo Galilei (1890-1909), *Edizione Nazionale delle Opere di Galileo Galilei*, Firenze, Giunti Barbera, vol. V, pp. 72-249.

Gödel Kurt (1931). «Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme». *Monatshefte für Mathematik und Physik*, vol. 38 (1931), pp. 173-198

Guth Alan (1981). «The inflationary universe». *Scientific American*, n. 5 (1984), pp. 116-128.

Guth Alan y Steinhardt Paul J. (1981). «The inflationary universe: a possible solution to the horizon and flatness problems». *Physical Review D*, vol. 23, n. 2 (15 January 1981), pp. 347-356.

Hawking Stephen (1988). *Brief history of time*. USA - Canada: Bantam Books.

Hawking Stephen y Mlodinow Leonard (2010). *The Grand Design*. USA-Canada: Bantam Books.

- Hodgson Peter (2002). *Christianity and science*. Johannesburg: St. Augustine College.
- Hoyle Fred (1948). «A new model for the expanding universe». *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 108, p. 372.
- Hoyle Fred (1983). *The intelligent universe*. London: Dorling Kindersley Limited.
- Hoyle Fred, Burbidge Geoffrey, Narlikar Jayant Vishnu (1993). «A quasi-steady state cosmological model with creation of matter». *Astrophysical Journal*, vol. 410, pp. 437-457.
- Magueijo João (2003). *Faster than the speed of light. The story of a scientific speculation*. New York: Basic Books.
- Jáki Stanley (1978). *The Road of Science and the Ways to God*. Chicago: Chicago University Press.
- Leopardi Giacomo (1981). *Canti*. Milano: Rizzoli.
- Musso Paolo (2011). *La scienza e l'idea di ragione. Scienza, filosofia e religione da Galileo ai buchi neri e oltre*. Milano-Udine: Mimesis.
- Musso Paolo (2012). *Formas de la epistemología contemporánea. Entre realismo y anti-realismo*. Lima: Fondo Editorial UCSS.
- Musso Paolo (2013). «Las matemáticas, Dios y la inmortalidad del alma». *Quaerentibus. Teología y Ciencias*, vol. 1, n. 2, pp. 141-158.
- Reale Giovanni (1975). *Storia della filosofia antica*. Milano: Vita e Pensiero.
- Sciama Denis (1998). *Questo bizzarro universo*. Roma: Di Renzo.
- Smolin Lee (1997). *The life of the cosmos*. Oxford: Oxford University Press.
- Vilenkin Alexander (2006). *Many worlds in one: the search for other universes*. New York: Farrar Straus & Giroux.

