

***Revista Vectores de Investigación***

***Journal of Comparative Studies Latin America***

ISSN 1870-0128

ISSN online 2255-3371

Stephen Hawking

**ORIGEN DEL UNIVERSO**

**ORIGIN OF THE UNIVERSE**

Vol. 10 No. 10, 13-25 pp.



**Stephen  
Hawking**

*University of  
Cambridge, Gran  
Bretaña*

*Miembro de la  
Royal Society y US  
National Academy  
of Science*

**Palabras claves:**  
*origen del  
universo,  
relatividad,  
mecánica cuántica*

**Key Words:**  
*origin of the  
universe,  
relativity,  
quantum  
mechanics*

Conferencia de  
Hawking  
pronunciada  
dentro de los  
actos  
conmemorativos  
del tricentésimo  
aniversario de la  
publicación de los  
*Principia* de  
Newton, bajo el  
título de  
"Trescientos años  
de la gravedad",  
celebrada en  
Cambridge en  
junio de 1987

## Origen del universo

### ORIGIN OF THE UNIVERSE

**DEMANDADO** 5-1-2015 **REVISADO** 5-1-2015  
**ACEPTADO** 5-1-2015

**RESUMEN** La interrogante sobre el problema del origen del universo tiene relación con la repetida pregunta: ¿qué fue antes, la gallina o el huevo? O lo que es lo mismo decir, ¿qué entidad creó el universo y qué creó esa entidad? Tal vez existieron siempre el universo o la entidad que lo creó y que no necesitaban ser creados. Hasta hace poco tiempo, los científicos trataban de rehuir tal pregunta, considerando que le correspondía más a la metafísica o a la religión que a la ciencia. Pero recientemente se ha entendido que las leyes de la ciencia pudieron regir incluso el comienzo del universo, pudiendo ser por tanto determinado y delimitado por las leyes de la ciencia.

**ABSTRACT** The question of the problem of the origin of the universe is related to the repeated question: What came first, the chicken or the egg? Or what, what entity created the universe and what created this entity? Perhaps the universe or the entity that created it always existed and that there's no need to be created. Until recently, scientists were trying to evade this question, considering that corresponded more to metaphysics or religion than science. But recently it has been understood that the laws of science could govern even the beginning of the universe and can therefore be determined and defined by the laws of science.

## Origen del universo

14

El debate sobre cuál fue el principio y cómo se originó el universo se ha desarrollado a lo largo de toda la historia humana. Básicamente existieron dos escuelas de pensamiento. Muchas de las tradiciones primitivas y las religiones judía, cristiana e islámica sostenían que el universo fue creado en un pasado reciente. En el siglo XVII el obispo Ussher fijó en el año 4004 a. C. el origen del mundo, fecha a la que llegó sumando edades de personajes del Antiguo Testamento. Un hecho que apoyaba la idea del origen reciente del universo era el reconocimiento de que la humanidad evolucionaba en cultura y tecnología. Recordábamos quién fue el primero en tal tarea o en desarrollar determinada técnica. Así que, prosigue la argumentación, no podríamos llevar aquí mucho tiempo, de otro modo, habríamos progresado mucho más. En realidad, la fecha bíblica de la creación no dista mucho de la del final de la última glaciación, que es cuando al parecer surgieron los primeros seres humanos modernos. En cambio, a algunos como el filósofo griego Aristóteles, no les agradaba la idea de que el universo hubiera tenido un comienzo. Consideraban que eso implicaría una intervención divina. Preferían creer que el universo había existido siempre y que siempre existiría. Algo eterno resultaba más perfecto que algo que tuvo que ser creado. Contaban con una respuesta para el argumento del progreso humano antes expuesto: inundaciones periódicas y otros desastres naturales habrían devuelto repetidamente a la humanidad a su mismo comienzo.

Ambas escuelas de pensamiento sostenían que el universo era esencialmente inmutable a lo largo de los tiempos, o había sido creado en su forma presente o había existido siempre tal como es actualmente. Se trataba de una creencia natural, porque la vida humana –y desde luego el conjunto de toda la historia conocida– es tan breve que durante ese tiempo el universo no ha cambiado significativamente. Además, en un universo estático e inmutable la cuestión de si ha existido siempre o si fue creado en un tiempo finito corresponde a la metafísica o a la religión, por lo que cualquier teoría podría explicar ese tipo de universo. En 1781, el filósofo Immanuel Kant escribió una obra monumental y muy abstrusa, *Crítica de la razón pura*, en la que llegaba a la conclusión de que existían argumentos igualmente válidos para creer que el universo tuvo un comienzo como para opinar que no fue así. Como su título indica, sus conclusiones se hallaban basadas simplemente en la razón; en otras palabras, no tenía en cuenta alguna de las observaciones referidas al universo. Después de todo, ¿qué había que observar en un universo inmutable?

En cambio en el siglo XIX comenzaron a acumularse datos indicadores de que la Tierra y el resto del universo cambiaban de hecho a lo largo del tiempo. Los geólogos advirtieron que la formación de las rocas y de los fósiles que contenían habría necesitado centenares o miles de millones de años. Esto era mucho más que la edad calculada para la Tierra por los

creacionistas. Más tarde, la llamada segunda ley de la termodinámica del físico alemán Ludwig Boltzmann proporcionó otros datos: señaló que el volumen total de desorden en el universo (medido por una cantidad llamada entropía) aumenta siempre con el tiempo. Como el argumento sobre el progreso humano, esta formulación indica la posibilidad de que el universo sólo hay existido por un tiempo finito. De otro modo, habría degenerado ya en un estado de completo desorden en el que todo se hallaría a la misma temperatura. Otra dificultad que planteaba la idea de un universo estático era que, según la ley de la gravedad de Newton, cada estrella del universo debería ser atraído hacia todas las demás. De ser así, ¿cómo podrían permanecer inmóviles y mantener unas distancias? ¿No deberían precipitarse hasta unirse? Newton era consciente de este problema. En una carta a Richard Bentley, destacado filósofo de la época, admitió que una colección *finita* de estrellas no podía permanecer inmóvil; todas caerían hasta reunirse en algún punto central. Pero, argumentó, que una colección infinita de estrellas no se precipitaría porque carecería de un punto central en el que caer. El argumento es un ejemplo de las trampas que uno encuentra cuando se refiere a sistemas infinitos. Al emplear diferentes modos de sumar las fuerzas ejercidas sobre cada estrella por el número infinito de éstas, cabe obtener respuestas diferentes a la pregunta de si las estrellas pueden guardar entre sí distancias constantes. Sabernos ahora que el procedimiento correcto consiste en considerar el caso de una región *finita* de estrellas y luego sumar más, distribuidas de una manera aproximadamente uniforme fuera de esa región. Una colección de estrellas acabaría por integrarse y, según la ley de Newton, la adición de más estrellas externas a la región no impediría el colapso, en consecuencia, una colección Infinita de estrellas no puede permanecer en un estado estático. Si las estrellas no se desplazan a un tiempo unas en relación con las otras, la atracción las obligará a caer. Alternativamente pueden alejarse mientras que la gravedad reduce la velocidad de la separación.

Pese a estas dificultades planteadas por la idea de un universo estático e inmutable, durante los siglos XVII, XVIII XIX y hasta el comienzo del siglo XX, nadie apuntó que el universo pudiera estar evolucionando con el tiempo. Tanto Newton como Einstein perdieron la oportunidad de predecir que el universo debería hallarse en contracción o en expansión. No es posible realmente culpar a Newton, porque vivió doscientos cincuenta años antes del descubrimiento de la expansión del universo mediante observaciones. Pero Einstein debería haberlo comprendido. La teoría de la relatividad general que formuló en 1915 indicaba que el universo estaba expandiéndose, pero se hallaba tan convencido de la idea de un universo estático que añadió un elemento a su teoría para reconciliarla con la de Newton y la gravedad en equilibrio.

El descubrimiento en 1929 de la expansión del universo por parte de Edwin Hubble cambió por completo el debate sobre su origen. Si se considera la

noción actual sobre las galaxias y se echa marcha atrás en el tiempo, parece que debieron de estar reunidas en algún momento comprendido entre los diez y los veinte mil millones de años. En esa época, una singularidad denominada el Big Bang, la densidad del universo y la curvatura del espacio-tiempo habrían sido infinitas. Bajo tales condiciones se quebrarían todas las leyes conocidas de la ciencia. Esto significa un desastre para ella. Significaría que por sí sola no puede indicar cómo se inició el universo. Todo lo que sería capaz de decir es lo siguiente: el universo es como es ahora porque era como era entonces. Pero la ciencia no podría explicar porqué fue como fue justo después del Big Bang.

No es sorprendente que muchos científicos se sintieran incómodos con esta conclusión. Surgieron diversas tentativas para sustraerse a la idea de que tuvo que existir un comienzo del tiempo. Una fue la llamada teoría del estado estable. Según ésta, al separarse unas de otras las galaxias, se formarían otras nuevas en los espacios intermedios con materia continuamente creada. El universo habría existido y existiría siempre más o menos en el mismo estado que actualmente. Para que el universo siguiera expandiéndose y se creara nueva materia, el modelo del estado estable requena una modificación de la relatividad general, pero el ritmo necesario de creación era muy bajo: aproximadamente una partícula por kilómetro cúbico cada año, lo que no entraría en conflicto con las observaciones. La teoría predecía, además, que el promedio de densidad de galaxias, efectuadas por Martin Ryle y su grupo de Cambridge, mostraron que eran muchas más las fuentes tenues que las intensas. Por término medio cabría esperar que las fuentes tenues fuesen las más remotas. Existían así dos posibilidades: o nos hallábamos en una región del universo en donde las fuentes intensas eran menos frecuentes que el promedio, o la densidad de las fuentes fue superior en el pasado, cuando de las más distantes partió la luz en su viaje hacia la Tierra. Ninguna de estas posibilidades resultaba compatible con la predicción de la teoría del estado estable de que la densidad de las radiofuentes fuese constante en el espacio y en el tiempo. Arno Penzias y Robert Wilson asestaron en 1964 el golpe definitivo a la teoría cuando descubrieron un fondo de radiaciones de microondas mucho más allá de nuestra galaxia. Poseía el espectro característico de la radiación emitida por un cuerpo caliente, aunque en este caso el término caliente resulte difícilmente apropiado, porque la temperatura era sólo de 2,7 grados por encima del cero absoluto. ¡El universo es un lugar frío y tenebroso! No existía mecanismo razonable para generar microondas con semejante espectro. Por esa razón tuvo que ser abandonada la teoría.

Otra propuesta que evitaría una singularidad del Big Bang fue la formulada en 1963 por dos científicos rusos, Evgenii Lifshitz e Isaac Khalatnikov, afirmaron que sólo podía existir un estado de densidad infinita si las galaxias se desplazaran directamente acercándose o alejándose; sólo entonces habrían estado reunidas todas en un sólo punto en el pasado.

Pero las galaxias tendrían también algunas pequeñas velocidades marginales y éstas podrían explicar la existencia en el universo de una fase previa de contracción en donde las galaxias se aproximaron mucho, pero de algún modo consiguieron evitar el choque. El universo podría entonces haberse reexpandido sin haber pasado por un estado de densidad infinita.

Cuando Lifshitz y Khalatnikov formularon su propuesta, yo era un estudiante a la búsqueda de un problema con qué completar mi tesis doctoral. Me interesaba la cuestión de si había existido una singularidad del Big Bang, porque resultaba crucial para entender el origen del universo. Con Roger Penrose desarrollé una nueva serie de técnicas matemáticas para abordar este problema y otros similares. Mostrarnos que, si la relatividad general era correcta, cualquier modelo razonable del universo debía partir de una singularidad, lo que significaba que la ciencia podría afirmar que el universo tenía que haber conocido un comienzo, pero que no podía decir cómo tuvo que empezar. Para esto había que recurrir a Dios.

Es importante observar el cambio en el clima de opinión acerca de las singularidades. Cuando me gradué, casi nadie las tomaba en serio. Ahora, como consecuencia de los teoremas de la singularidad, casi todos estiman que el universo comenzó con alguna singularidad en la que se quebraron las leyes de la física. Creo que, a pesar de la existencia de una singularidad, las leyes de la física pueden determinar todavía cómo comenzó el universo.

La teoría general de la relatividad es lo que se denomina una teoría clásica. Es decir, prescinde del hecho de que las partículas carecen de posiciones y velocidades exactamente definidas y se hallan “dispersas” por una pequeña región conforme al principio de indeterminación de la mecánica cuántica que no permite medir simultáneamente la posición y la velocidad. Esto no importa en situaciones normales, porque el radio de curvatura del espacio-tiempo es muy grande en comparación con la indeterminación en la posición de una partícula. Pero los teoremas de la singularidad indican que en el comienzo de la presente fase de expansión del universo el espacio-tiempo estará muy distorsionado, con un pequeño radio de curvatura. En esta situación, sería muy importante el principio de indeterminación. De este modo, la relatividad general provoca su propia caída al predecir singularidades. Para debatir el origen del universo necesitamos una teoría que combine la relatividad general con la mecánica cuántica.

La gravedad cuántica es esa teoría. Aún no conocemos la forma exacta que adoptará la teoría correcta de la gravedad cuántica. La teoría de las supercuerdas es la mejor candidata de que disponemos hasta el momento, pero todavía existen diversas dificultades sin resolver. Cabe preguntarse que en cualquier teoría viable estén presentes ciertas características. Una es la idea de Einstein de que es posible representar los efectos de la gravedad por un espacio-tiempo curvo o distorsionado –combado– por la materia y la energía que contiene. En este espacio curvo los objetos tratan

de desplazarse siguiendo una trayectoria lo más próxima a una línea recta. Sin embargo, por ser curvo, sus trayectorias aparecen combadas como por un campo gravitatorio. Confiamos en que en la teoría definitiva se halle presente también la propuesta de Richard Feynman, según la cual la teoría cuántica puede ser formulada como una suma de historias. En su forma más simple, la idea es que toda partícula posee en el espacio-tiempo cada trayectoria o historia posible. Cada trayectoria o historia tiene una probabilidad que depende de su forma. Para que esta idea funcione hay que considerar historias que se desarrollen en tiempo “imaginario”, en vez del tiempo real en que percibimos la existencia. El tiempo imaginario puede parecer cosa de ciencia ficción, pero se trata de un concepto matemático muy definido. En cierto sentido cabe concebirlo como una dirección del tiempo perpendicular al tiempo real. Se suman las probabilidades de todas las historias de partículas con determinadas propiedades, como pasar por ciertos puntos en momentos concretos. Hay que extrapolar los resultados al espacio-tiempo real en que vivimos. Éste no es el enfoque más familiar de la teoría cuántica, pero proporciona los mismos resultados que otros métodos.

En el caso de la gravedad cuántica, la idea de Feynman de una “suma de historias” supondrá adicionar diferentes historias posibles del universo, es decir, diferentes espacios-tiempos curvos. Representarían la historia del universo y de todo lo que contiene. Se tiene que especificar qué clase de espacios curvos posibles deberían incluirse en la suma de historias. La elección de esta clase de espacios curvos determina en qué estado se halla el universo. Si la clase de espacios curvos que define el estado del universo incluyera espacios con singularidades, las probabilidades de tales espacios no estarían determinadas por la teoría. Por el contrario, habría que asignar las probabilidades de algún modo arbitrario. Esto significa que la ciencia no puede predecir las probabilidades de tales historias singulares para el espacio-tiempo. Así, no se podría predecir el comportamiento del universo. Pero es posible que el universo se halle en un estado definido por una suma que incluya sólo espacios curvos no singulares. En este caso, las leyes de la ciencia determinarían completamente el universo; no habría que recurrir a una entidad ajena al universo para precisar cómo empezó. En cierta manera, la propuesta de que el estado del universo esté determinado sólo por una suma de historias no singulares es como el borracho que busca su llave bajo el farol; quizá no sea allí donde la perdió, pero es el único lugar donde puede encontrarla. De modo similar, es posible que el universo no se halle en el estado definido por una suma de historias no singulares, pero es el único estado donde la ciencia puede predecir cómo debería ser el universo.

En 1983, Jim Hartle y yo señalamos que el estado del universo sería dado por una suma de ciertas clases de historias. Esta clase consistía en espacios curvos sin singularidades, que eran de tamaño finito pero carecían de



límites o bordes. Serían como la superficie de la Tierra, pero con dos dimensiones más. La superficie de la Tierra posee un área finita, mas no tiene singularidades, límites o bordes. Lo he comprobado experimentalmente. Di la vuelta al mundo y no me caí.

Cabe parafrasear del siguiente modo la propuesta que Hartle y yo formulamos: la condición límite del universo es que no tenga límite. Sólo si el universo se halla en ese estado carente de límite, las leyes de la ciencia pueden determinar por sí mismas las probabilidades de cada historia posible. Únicamente, pues, en este caso, determinarían leyes conocidas cómo debe comportarse el universo. Si éste se halla en cualquier otro estado, la clase de espacios curvos en la suma de historias incluirá espacios con singularidades. Para determinar las probabilidades de tales historias singulares habría que invocar algún principio diferente de las leyes conocidas de la ciencia. Este principio sería algo ajeno a nuestro universo. No podríamos deducirlo desde su propio contenido. Por otro lado, si el universo se halla en un estado sin límite, en teoría podríamos determinar completamente cómo debe comportarse, hasta la frontera del principio de indeterminación. Resultaría evidentemente espléndido para la ciencia que el universo se hallara en un estado sin límite. Pero ¿cómo podemos decir si es así? La respuesta es que la propuesta sin límite formula predicciones definitivas sobre el modo en que debe comportarse el universo. Si estas predicciones no coinciden con las observaciones, se puede llegar a la conclusión de que el universo no se halla en un estado sin límite. La propuesta sin límite es una buena teoría científica en el sentido definido por el filósofo Karl Popper: puede ser rebatida o desmentida por la observación.

Si las observaciones no coinciden con las predicciones, sabremos que tiene que haber singularidades en la clase de historias posibles. Pero eso es todo lo que conoceremos. No podríamos calcular las probabilidades de las historias singulares, pues no seríamos capaces de predecir cómo debe comportarse el universo. Cabría pensar que esta imposibilidad de predicción no importaría mucho de ocurrir sólo en el Big Bang; al fin y al cabo, eso sucedió hace diez o veinte mil millones de años. Pero si la posibilidad de predicción se quebró en los fortísimos campos gravitatorios del Big Bang, también podría venirse abajo allí donde una estrella se contrajese. Sólo en nuestra galaxia esto podría suceder varias veces a la semana. Nuestra capacidad de predicción resultaría deficiente comparada incluso con la de las previsiones meteorológicas. Claro está que uno puede decir que no hay por qué preocuparse de que se quiebre la capacidad de predicción en una estrella remota. Más, en la teoría cuántica, todo lo que no está realmente vedado, puede suceder y sucederá, de modo que, si la clase de historias posibles incluye espacios con singularidades, éstas podrán ocurrir en cualquier parte y no sólo en el Big Bang y en el colapso de estrellas, lo que significaría que no seríamos capaces de predecir nada. De

igual modo, el hecho de que podamos predecir acontecimientos constituye una prueba experimental en contra de las singularidades y a favor de la propuesta sin límite.

20

¿Qué es, pues, lo que la propuesta sin límite predice para el universo? Lo primero que cabe decir es que, como todas las historias posibles para el universo son finitas en magnitud, cualquier cantidad que se utilice como medida del tiempo tendrá un valor máximo y otro mínimo. Así, el universo contara con un principio y un final. El comienzo en tiempo real será la singularidad del Big Bang, pero en tiempo imaginario el comienzo no será una singularidad, constituirá, por el contrario, un poco como el Polo Norte de la Tierra. Si se consideran grados de latitud en la superficie como análogos del tiempo, podría decirse que la superficie de la Tierra comenzó en el Polo Norte. Pero éste es un punto perfectamente ordinario del planeta. No hay nada especial al respecto y en el Polo Norte rigen las mismas leyes que en cualesquiera otros lugares del planeta. Igualmente, el acontecimiento que optemos por denominar “comienzo del universo en tiempo imaginario” será un punto ordinario del espacio-tiempo, muy semejante a cualquier otro. Las leyes de la ciencia regirán en el principio igual que en cualquier otro momento.

De la analogía con la superficie terrestre cabe esperar que el final del universo sea similar al principio, a la manera en que el Polo Norte se asemeja al Polo Sur. Pero los polos Norte y Sur corresponden al comienzo y al final de la historia del universo en el tiempo imaginario, no en el real que experimentamos. Si los resultados de la suma de historias se extrapolan del tiempo imaginario al real, encontraremos que el comienzo del universo en el tiempo real puede ser muy diferente de su final.

Jonathan Halliwell y yo hemos hecho un cálculo aproximado de lo que supondría una condición sin límite. Tratamos el universo como un fondo perfectamente terso y uniforme sobre el que habría pequeñas perturbaciones de densidad. En tiempo real, el universo comenzaría su expansión con un radio muy pequeño. Al principio la expansión sería la que se denomina inflacionaria, es decir, el universo doblaría de tamaño cada pequeña fracción de segundo, del mismo modo que en ciertos países doblan los precios cada año. La marca mundial de inflación económica fue, probablemente, la de Alemania tras la Primera Guerra Mundial, donde el precio de una pieza de pan pasó en pocos meses de menos de un marco a millones de marcos. Pero eso no es nada comparado con la inflación que parece haber ocurrido en el universo primitivo: un aumento de tamaño por un factor de un millón de un millón de un millón de un millón de un millón de veces en una pequeña fracción de segundo. Claro está que eso fue antes del presente *gobierno*.

La inflación resultó buena porque produjo un universo terso y uniforme en gran escala, que se expandía en la tasa justamente crítica para evitar la

recontracción. La inflación fue también beneficiosa en cuanto que creó todos los elementos del universo casi literalmente de la nada. Sin embargo, ahora hay al menos  $10^{80}$  partículas en la parte del universo que podemos observar. ¿De dónde vinieron todas esas partículas? La respuesta es que la relatividad y la mecánica cuántica permiten la creación de materia a partir de la energía en la forma de pares de partículas/antipartículas. ¿Y de dónde vino la energía para crear esa materia? La respuesta es que constituía un préstamo de la energía gravitatoria del universo. Éste tiene una enorme deuda de energía gravitatoria negativa que equilibra exactamente la energía positiva de la materia. Durante el período inflacionario el universo recibió un considerable préstamo de su energía gravitatoria para financiar la creación de más materia. El resultado constituyó un triunfo de la economía keynesiana: un vigoroso universo en expansión, rebosante de objetos materiales. Hasta el final del universo no habrá que pagar la deuda de energía gravitatoria.

El universo primitivo no pudo haber sido completamente homogéneo y uniforme, porque hubiera transgredido el principio de indeterminación de la mecánica cuántica. Existirían desviaciones de la densidad uniforme. La propuesta sin límite implica que estas diferencias de densidad surgieron en su estado fundamental, es decir, serían tan pequeñas como fuese posible, consecuentes con el principio de indeterminación. Pero las diferencias aumentarían durante el período inflacionario. Una vez concluida esa etapa, quedaría un universo que se expandiría más rápidamente en unos lugares que en otros. En las regiones de expansión más lenta, la atracción gravitatoria de la materia reduciría aún más la expansión. Con el tiempo, la *región* dejaría de expandirse y se contraería para formar galaxias y estrellas. De este modo, la propuesta sin límite puede explicar toda la compleja estructura que vemos en torno de nosotros, pero no hace una predicción única para el universo, sino que predice toda una familia de historias posibles, cada una con su propia probabilidad. Puede que haya una historia posible en la que el partido laborista ganó las últimas elecciones en Gran Bretaña, aunque quizá sea baja la probabilidad.

La propuesta sin límite posee inferencias profundas respecto del papel de Dios en lo que se refiere al universo. Se acepta generalmente que el universo evoluciona según leyes bien definidas, leyes que pueden haber sido dispuestas por Dios, aunque parece que él no interviene en el universo para quebrantar las leyes. Sin embargo, hasta fecha reciente, se consideraba que tales leyes no se aplicaban al comienzo del universo. Habría correspondido a Dios dar cuerda al reloj y empujar al universo por cualquier camino que deseara. El estado presente del universo sería así el resultado de la elección por parte de Dios de las condiciones iniciales. Sin embargo, la situación sería muy diferente si fuese cierto algo semejante a la propuesta sin límite. En ese caso, las leyes de la física habrían estado vigentes incluso al comienzo del universo, de modo tal que Dios no habría

tenido libertad para escoger las condiciones iniciales. Claro está que todavía sería libre de elegir las leyes que el universo obedeciera. Pero quizás no sea ésta una elección muy amplia. Puede que exista sólo un pequeño número de leyes, que sean consecuentes y que conduzcan a que seres complejos como nosotros puedan formular la pregunta ¿cuál es la naturaleza de Dios?

Aunque sólo haya una serie de leyes posibles, se trata únicamente de una serie de ecuaciones. ¿Qué es lo que alienta fuego sobre las ecuaciones y las hace gobernar un universo? ¿Es tan apremiante la teoría unificada definitiva que determina su propia existencia? Aunque la ciencia pueda resolver el problema del comienzo del universo: no es capaz de responder a la pregunta ¿Por qué se molesto el universo en existir? Ignoro la respuesta.

### **Bibliografía**<sup>1</sup>

- KANT, Immanuel (1998) *Critique of pure reason*, Cambridge University Press.
- USSHER, James (2003) *Annals of the World: James Ussher's Classic Survey of World History*, Larry, Marion Pierce, Green Forest (edición), Master Books (edición original en 1650).
- NEWTON, I. (2010) *Four Letters from Sir Isaac Newton to Doctor Bentley. Containing Some Arguments in Proof of a Deity*, Dublin, Ed. Gale Ecco.
- EINSTEIN, Albert (1920). *The Special and General Theory*. New York, Henry Holt and Company, (traducido por Robert W. Lawson. "Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie", *Annalen der Physik*, 1916, 354 (7), 769-822).
- WILSON, R. W. PENZIAS, A. A. (1967). "Isotropy of Cosmic Background Radiation at 4080 Megahertz", *Science*, 156 (3778): 1100-1101.
- LIFSHITZ, E. M., Khalatnikov, I. M. (1963) "Investigations in relativistic cosmology", *Adv. Physics*, 12(46), 185-249.
- HAWKING, Stephen, ELLIS, G. F. R. (1994) *The Large Scale Structure of Space Time*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HAWKING, Stephen, PENROSE, Roger (1996). *The Nature of Space and Time*, Princeton, Princeton University Press.
- HUBBLE, Edwin (1929) "A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 15, Issue 3, 168-173
- FEYNMAN, Richard P. (1942) *The Principle of Least Action in Quantum Mechanics*, Princeton University, Department of Physics, <http://cds.cern.ch/record/101498/files/Thesis-1942-Feynman.pdf?version=1..>
- HARTLE, J. B., HAWKING, S. W. (1983) "Wave function of the Universe", *Phys. Rev. D* 28, 2960, <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.28.2960>.
- HALLIWELL, J. J., HAWKING, Stephen (1985) "Origin of Structure in the Universe", *Phys. Rev. D* 31, 1777, <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.31.1777>.

---

<sup>1</sup> Bibliografía elaborada por la Editorial a partir del texto original de Stephen Hawking.

BOLTZMANN, Ludwig (1886) “Der Zweite Hauptsatz der Mechanischen Wärmetheorie” (“The Second Law of thermodynamics”), *Popular Schriften*, Essay 3, 21 (lectura en “Festive Session” de Imperial Academy of Sciences en Viena, el 29 de mayo de 1886).