

El principio del tiempo:

Una nota sobre Stephen Hawking

José Angel García Landa
Universidad de Zaragoza
<http://www.unizar.es>

Trasteando por el sitio web de Stephen Hawking, llego a [esta conferencia de 1996 titulada "The Beginning of Time"](#). Desde entonces Hawking ha revisado algunas cuestiones en su teoría ([ver aquí mi comentario a su libro *El gran diseño*](#)). Sobre todo, ampliándola con la noción del multiverso. Nada podemos saber de esos otros universos hipotéticos, pues por definición el conocimiento científico posible se limita a (algunos aspectos de) nuestro universo. También es previo este artículo a la comprobación de la aceleración en la inflación del universo, un descubrimiento que si no me equivoco vendría a darle la razón a sus tesis al menos en parte, y a complicar el panorama por otra parte, pues al parecer tras la primera inflación original del universo sigue una segunda, en aceleración creciente, impulsada por una fuerza hasta ahora desconocida.

Sea como sea, la noción de que el tiempo de nuestro universo tiene un principio, noción unida a la teoría del Big Bang, puede parecer de por sí bastante chocante. El Big Bang es un después sin un antes, pues aunque podemos concebir un tiempo imaginario que le preceda (por ejemplo, "un segundo antes del Big Bang", por simetría con "un segundo después del Big Bang") ese tiempo hipotético no tiene manifestación alguna en el

mundo físico que conocemos. Quizá se parezca en eso a los múltiples universos de Hawking.

Obviaré aquí la cuestión de que los mitos de creación como los platónicos o cristianos también conciben un origen del mundo y del tiempo. Cristiano era Lemaître, quien propuso por primera vez una teoría matemática sobre el Big Bang.¹ La noción de un tiempo infinito tiene cierta inmediatez intuitiva, pero por otra parte la analogía entre el cuerpo humano y el universo (microcosmos/macrocosmos) también ha fomentado a nivel popular la noción de que el universo puede haber tenido un principio, y con él el tiempo—al menos el tiempo que conocemos, "imagen móvil de la Eternidad" según lo llama el *Timeo*. Las nociones del final del Universo, Apocalipsis o Conflagración Final, también se mezclan de modo indisociable con las de final del tiempo. Es otra característica de estos mitos que no pueden narrarse sin postular un tiempo de los dioses, o del más allá, que trasciende al tiempo de nuestro mundo. Quizá este tiempo de los dioses también tenga su contrapartida analógica en la ciencia.

Una cuestión de precisión conceptual le apuntaría yo a Hawking cuando dice que en el Big Bang toda la materia del universo estaría concentrada, o más bien "amontonada" dice. Esto no es exacto. En el Big Bang no podemos hablar de materia, si entendemos por materia una determinada configuración de moléculas, átomos y partículas, pues en ese momento no puede hablarse de moléculas ni de átomos, ni tan siquiera de partículas, y por tanto *no había materia*. También puede argüirse que en la singularidad del Big Bang no hay energía en el sentido en que hoy entendemos la palabra—las cuatro o cinco fuerzas básicas de la naturaleza, pues éstas no se habían diferenciado, o bien no tiene sentido concebirlas como diferenciadas, antes de un cierto momento en que

puede observarse su actuación diferencial.

Observemos que Hawking usa la noción de un tiempo previo al Big Bang —sólo que es una noción de tiempo no usable físicamente, al ser el Big Bang una singularidad. Su aserto de que el estado del universo después del Big Bang no dependerá de nada de lo que hubiese antes, sino que corresponde a un desarrollo nuevo e independiente (*causa incausata*) podría entenderse con más consistencia en el sentido de limitación cognitiva: no tiene sentido relacionar nada posterior a la singularidad con nada "anterior", visto que no hay medición u observación posible más allá de ese límite, y que por tanto esa misma "anterioridad" es una noción metafísica o teológica, pero no científica. "Since events before the Big Bang have no observational consequences, one may as well cut them out of the theory, and say that time began at the Big Bang". Enfatiza Hawking la noción de que el Big Bang es un principio intrínseco al universo y a sus leyes (y, podríamos añadir, intrínseco a la disciplina de la física).

Si el Big Bang puede parecer a algunos una teoría desagradablemente creacionista, no parecen mejores las alternativas que se le plantearon, como la teoría del Estado Estable preconizada por Bondi, Gold, y Hoyle: ésta suponía la creación continua de materia a partir de la nada en el espacio intergaláctico, a medida que el universo se expandía. Esta teoría se acabó de enterrar, dice Hawking, cuando se descubrió en 1965 la radiación de fondo de microondas, inexplicable en los términos del Estado Estable. (Y difícil también, por cierto, de conciliar con el Big Bang, precisamente por su relativa uniformidad, que se aviene mal con la noción de una explosión). La teoría alternativa, del universo oscilante entre expansiones y contracciones, tampoco parecía compatible con la termodinámica, si pensamos en un tiempo infinito, sin principio. El propio Hawking, con Penrose, calculó que la propia relatividad general

predecía la existencia de singularidades a partir de la distribución de las masas observables en el universo. Al igual que la contracción de materia en una estrella provoca una singularidad, un agujero negro, y el final del tiempo, Hawking arguye que la aparición del universo es como un agujero negro invertido, una singularidad. (Una noción que de por sí lleva a suponer, o imaginar, que de cada agujero negro podría surgir, en alguna dimensión inimaginable, un nuevo universo autocontenido, a modo de anverso-reverso del "anterior" —pero esto no lo dice Hawking).

Mirando al cielo estrellado, nos dice la teoría de la relatividad, vemos el pasado, a modo de un cono de luz que es cada vez mayor cuanto más lejano está ese tiempo de nuestro vértice observacional en el presente del espacio-tiempo (también hay una zona de sombra observacional que nos impide tener noticias de los objetos situados en esa zona del espacio-tiempo). El cono observacional, sin embargo, también se estrecha a partir de un cierto momento, en lugar de expandirse—por efecto de la distorsión de la gravedad concentrada en el pasado—y así se calcula matemáticamente la presencia de una singularidad en el pasado, si la materia que pudo haberse generado en ella es la suficiente. Hawking deduce que sí hay mayores cantidades de materia, más de la que observamos directamente, o sea, la materia oscura—y lo deduce a partir de la opacidad del universo: "It then follows that if there is enough matter to make the universe opaque, there is also enough matter to focus our past light cone. One can then apply the theorem of Penrose and myself, to show that time must have a beginning."

Combinando la Relatividad General, y sus tesis sobre la distorsión de la luz, con la teoría cuántica, resulta la noción de la gravedad cuántica: el universo inicial está regido, como todo a nivel cuántico, por el principio de incertidumbre, y el resultado es que no podemos hacer cálculos como

los antes mencionados, que hagan rebotar el universo más allá de la singularidad, en una serie de contracciones y expansiones. Es un cálculo imposible en estos términos, y por eso el universo está, para la ciencia, autocontenido: no puede determinarse científicamente su origen. (Observa Hawking que por eso muchos líderes religiosos aceptaron con gusto el Big Bang y los teoremas de la singularidad).

Introduce a continuación Hawking la noción del tiempo esférico, sin límites, en la dimensión imaginaria—con la consecuencia de que el tiempo real, aun teniendo una singularidad, no tendría por qué "apoyarse" en un tiempo externo (el supuesto tiempo de Dios): el Big Bang vendría determinado por el estado del universo en su tiempo imaginario, creando un sistema que en términos matemáticos está perfectamente autocontenido. Para Hawking, esta "no boundary hypothesis" tiene comprobación experimental posible a través de observaciones del auténtico estado del Universo, frente al estado que habría de tener según las predicciones de la teoría. Es una hipótesis falsable, y por tanto científica. Lo que no es es demostrable: "But one's confidence in it would be increased, particularly because there doesn't seem to be any other natural proposal, for the quantum state of the universe".

"The beginning of real time, would have been a singularity, at which the laws of physics would have broken down. Nevertheless, the way the universe began would have been determined by the laws of physics, if the universe satisfied the no boundary condition. This says that in the imaginary time direction, space-time is finite in extent, but doesn't have any boundary or edge."

La teoría coherente en estos términos sería la del universo inflacionario: un universo que se expande absorbiendo energía del campo gravitatorio, para crear la materia. Esta inflación habría creado irregularidades, que serían detectables (y lo fueron al medir la radiación de fondo en 1992).

La existencia de esas irregularidades no la explica Hawking—¿hay que suponer un espacio sin materia, permeado por la gravedad, pero de modo ligeramente irregular, dando lugar a una expansión irregular? Porque, a un cierto nivel, puede que siga vigente aun en esta *ultima thule* del Tiempo, el viejo principio del Rey Lear: "nothing will come of nothing". Siguen intrigándome las irregularidades iniciales que dieron lugar a todas las cosas (si bien de modo indirecto). Pues entonces, una especie de universo previo al universo existiría con anterioridad al Big Bang, e independientemente de él. Si no entiendo mal.

Admite Hawking que en el colapso final del universo no tiene por qué haber una fase inflacionaria como la inicial, y que por tanto el tiempo no es simétrico en ese sentido, la flecha del tiempo no se invierte. "Como el tiempo no va ir hacia atrás," termina Hawking su conferencia, "mejor acabo ya".

Así pues, un universo con principio, en nuestra propia dimensión física, pero sin límites y cerrado sobre sí mismo, sin un principio o final determinables, en la dimensión del tiempo imaginario que plantea la teoría del universo sin bordes.

Más allá de lo formulado en esta teoría de Hawking, la propia existencia de irregularidades en el Universo—vale decir, la propia existencia del Universo tal y como lo conocemos—hace suponer la existencia de condiciones previas a la actuación de la Fuerza—y sugiere la idea de un

espacio previo al espacio, y de un tiempo antes del tiempo. Un espacio y un tiempo fuera de nuestro universo autocontenido, pero que han dejado huella en él. Nuestro universo es esa huella.²

A menos que... la irregularidad y la arbitrariedad radical sean la condición originaria del Universo. A menos que todo haya surgido una vez sólo, sin explicación (sin explicación concebible para nuestra sed de regularidades y de repeticiones), más allá de los límites de la experiencia en los que sí vale la razón, y las regularidades y las repeticiones. Una hipótesis inquietante, y que no es científica porque en ese ámbito de lo radicalmente originario no habría ciencia posible.

Como se ve, cada modalidad y dimensión del tiempo tiene sus propias condiciones. El tiempo imaginario existe en las ecuaciones de Hawking, y puede explicar la relación entre el Big Bang y las fuerzas del universo, pero no lo busquemos en nuestra experiencia perceptible. También es un poco engañoso hablar de "el tiempo" a nivel de teoría física como si fuese el tiempo humano de nuestra percepción: hay que tener en cuenta que el tiempo humano es una representación cognitiva de fenómenos, y que por lo tanto tiene una relación un tanto paradójica con los fenómenos representados. Una paradoja que termina de redondearse (y nos da otro universo sin bordes, a su manera) cuando apuntamos que las teorías de la física son a su vez representaciones dentro del universo de la comunicación humana.

Nota

(1) Georges Lemaître (1927). Hay que señalar que el Big Bang en tanto que modelo hipotético o mapa mental fue ya propuesto en cierto modo por Edgar Allan Poe en *Eureka*, y en ciertos de sus aspectos por Erasmus Darwin. Ver mi artículo "El Big Bang antes del Big Bang."

(2). Esta noción de un universo preexistente al Big Bang podría llevarnos, si no a la teoría de los multiversos en la modalidad propuesta recientemente por Hawking y otros, sí a la de un universo pensado desde la teoría evolucionista, generado a partir de la selección natural de universos anteriores. Lee Smolin argumenta las razones teóricas que llevarían a pensar en esa dirección en su libro *Time Reborn* (ver también su entrevista que traduje como "Lee Smolin habla sobre el Renacer del tiempo"). Más planteamientos cosmológicos actuales se recogen en la sección sobre cosmología de mi blog,

<http://vanityfea.blogspot.com.es/search/label/Cosmolog%C3%ADa>

Obras citadas

García Landa, José Ángel. "Stephen Hawking's *A Brief History of Time: A Narrative Perspective* / Perspectiva narrativa sobre *Historia del tiempo*, de Stephen Hawking."

Social Science Research Network 11 nov. 2010.

<http://ssrn.com/abstract=1707364>

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1707364>

2010

_____. "El Gran Diseño y Hacedor de Estrellas (1)." En García Landa, *Vanity Fea* 9 dic. 2010.

<http://vanityfea.blogspot.com/2010/12/el-gran-diseno-y-hacedor-de-estrellas.html>

2010

_____. "El principio del tiempo." En García Landa, *Vanity Fea* 8 dic. 2011. (Versión preliminar del presente artículo).

<http://vanityfea.blogspot.com/2011/12/el-principio-del-tiempo.html>

2011

_____, trad. "Lee Smolin habla sobre El Renacer del Tiempo." *Social Science Research Network* 26 marzo 2014.

<http://ssrn.com/abstract=2414726>

2014

_____. "El Big Bang antes del Big Bang—en Spencer, Darwin, y Poe (The Big Bang before the Big Bang—in Spencer, Darwin, and Poe)." *Social Science Research Network* 10 July 2014.*

<http://papers.ssrn.com/abstract=2463993>

2014

Hawking, Stephen. *Historia del tiempo: Del big bang a los agujeros negros*. Trad. Miguel Ortuño. Introd. Carl Sagan. Madrid: Alianza Editorial, 1990. 7^a reimp. 1997. (El libro de bolsillo; Ciencia y técnica, 2001). 1999. 7^a reimp. 2005.* (Trad. de *A Brief History of Time*).

_____. "The Beginning of Time." 1996. En red en *Stephen W. Hawking*.

<http://www.hawking.org.uk/index.php/lectures/publiclectures/62>

2011

Hawking, Stephen, and Leonard Mlodinow. *The Grand Design*. Nueva York: Bantam Books, 2010.

Lemaître, Georges. "Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques." *Annales de la*

Société Scientifique de Bruxelles 47 (April 1927): 49-59. En red en Harvard University:

http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?

[1927ASSB...47...49L&defaultprint=YES&filetype=.pdf](http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1927ASSB...47...49L&defaultprint=YES&filetype=.pdf)

2014

Platón. Timeo. En Platón, *Diálogos VI: Filebo – Timeo – Critias – Cartas*. Introd., trad. y notas M^a Angeles Durán, Francisco Lisi, Juan Zaragoza y Pilar Gómez Cardó. Madrid: Gredos, 1982. Reimp. (Biblioteca Gredos, 30). Barcelona: RBA, 2007. 149-264.

Poe, Edgar Allan. *Eureka: A Prose Poem (Eureka: An Essay on the Material and Spiritual Universe)*. Nueva York: Putnam, 1848.

_____. *Eureka*. En red en *Project Gutenberg*.

<http://www.gutenberg.org/files/32037/32037-h/32037-h.htm>

2012

_____. *Eureka: Un ensayo sobre el universo material y espiritual*. En Poe, *Obras completas II*. Barcelona: RBA, 2004. 169-248. de

Smolin, Lee. *Time Reborn: From the Crisis in Physics to the Future of the Universe*. Boston and New York: Houghton Mifflin, 2013.