
Temas de Actualidad

EVOLUCIONISMO

Teorías sobre el "Big Bang", con Dios al fondo

Carlos A. Marmelada

Últimas noticias: el universo se expande a ritmo acelerado

(Aceprensa 154/00)

No es de esas noticias que provocan grandes titulares, pero resulta relevante para cualquier interesado en las cuestiones fronterizas entre ciencia, filosofía y fe. Este año, el telescopio "Boomerang", dedicado a explorar las regiones más remotas del cosmos, ha proporcionado observaciones que apoyan la "teoría del universo inflacionario". Es decir, parece que el universo está en expansión ininterrumpida desde su inicio con el "Big Bang", hace 12.000 ó 15.000 millones de años. El asunto tiene notables implicaciones. Pues en el ya largo debate en torno al origen del universo, las hipótesis alternativas a la inflación se han formulado, en gran parte, para intentar explicarlo prescindiendo de Dios.

Boomerang, un telescopio montado en un globo aerostático que vuela sobre la Antártida, ha captado radiaciones llegadas desde una distancia de miles de millones de años-luz. Las imágenes resultantes vienen a ser como instantáneas sacadas del "álbum familiar" del universo, pues lo muestran tal como era en su infancia, cuando solo tenía 300.000 años. Las estructuras que aparecen en esas fotografías revelan pequeñas variaciones en la densidad del universo primitivo y que el cosmos se expande a determinado ritmo. Ambas cosas coinciden, con notable precisión, con las predicciones hechas hace veinte años por Alan Guth, el autor de la moderna "teoría del universo inflacionario". Las observaciones permiten deducir también que el universo es casi "plano" (dos rayos de luz que salieran paralelos viajarían indefinidamente sin cruzarse ni separarse nunca): otro punto a favor de la inflación (1).

La teoría de Guth ya recibió antes otro espaldarazo. Según el paradigma cosmológico dominante (el "modelo estándar del Big Bang o Gran Explosión"), el cosmos ha estado expandiéndose durante miles de millones de años, pero ahora la atracción gravitatoria debería producir una deceleración, así que las galaxias deberían alejarse unas de otras a velocidad más lenta. Sin embargo, los estudios más recientes sobre las supernovas (estrellas que explotan) del tipo "Ia", realizados por dos equipos internacionales (uno dirigido por el físico Saul Perlmutter, del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, en California; el otro, al cargo de Brian P. Schmidt, de la Universidad Nacional Australiana), dicen otra cosa. Los investigadores comprobaron que el brillo de esas supernovas era un 25% más débil de lo que predecían los cálculos teóricos: hallazgo que la revista Science, en 1998, eligió como "descubrimiento del año" (2). La sorprendente debilidad de estas supernovas se debe a una propiedad inesperada del cosmos: la expansión del universo no se detiene. ¿Cómo es posible? Según los autores, el vacío no está tan vacío como indica su nombre, sino que alberga una energía que expande el universo cada vez más, sin que la gravedad logre frenar el proceso.

Universo en expansión acelerada

Guth propuso la teoría del universo inflacionario en 1979. Según él, 10-35 segundos después del Big Bang, el universo entró en un estado de falso vacío y comenzó una expansión acelerada

hasta que escapó de ese estado en virtud de un suceso denominado efecto túnel cuántico. A finales de 1982, el propio Guth propuso una imagen alternativa que denominó "nuevo modelo inflacionario", en el que el falso vacío ya no tiene un papel tan determinante. Criticada por Stephen Hawking en su Historia del tiempo (3), la teoría del universo inflacionario vuelve a cobrar vigor gracias a los recientes descubrimientos.

Teóricamente, la atracción gravitatoria, al cabo de miles de millones de años, debería haber colapsado el universo. Según Einstein, si no ha sucedido así, se debe a que existe una fuerza de repulsión que contrarresta los efectos de la gravedad. Einstein denominó a dicha fuerza que equilibra el universo "constante cosmológica", y la representó con el término Λ . Esta es, precisamente, la fuerza que hoy se cree que acelera la expansión del universo, para satisfacción de los teóricos de la inflación, como ha dicho el propio Guth: "La constante cosmológica es una buena noticia para los teóricos de la inflación, ya que la mayoría de las versiones de la teoría de la inflación exigen una densidad de materia y energía que hace plano el universo" (National Geographic, octubre 1999, p. 33).

Todos estos desarrollos han aparecido en la estela de Georges Lemaître (1894-1966). En 1927, este sacerdote católico belga, partiendo de las teorías de Einstein, De Sitter y Friedmann, propuso la hipótesis de que las galaxias procediesen de un núcleo inicial que denominó "huevo cósmico" o "átomo primigenio" (4). En efecto, si Friedmann estaba en lo cierto y el universo se hallaba en expansión, al recorrer el tiempo del presente hacia el pasado deberíamos llegar a un instante en que el tiempo fuera igual a cero. En ese momento, toda la materia del universo estaría concentrada en un punto del espacio-tiempo, denominado "singularidad cósmica" o "singularidad del Big Bang", lo que significa que tanto su densidad como su temperatura serían descomunales.

Se encuentra la radiación de fondo

Hasta principios de los años 30 todo esto no era más que pura teoría, sin ningún indicio experimental que la avalara. Pero fue por esas fechas cuando el astrónomo norteamericano Edwin Hubble (1889-1953) comenzó a publicar los resultados de sus trabajos experimentales llevados a cabo en la década anterior. Hubble analizó la luz procedente de las galaxias y llegó a la conclusión de que las más alejadas de nosotros sufrían en el espectroscopio un "corrimiento hacia el rojo" más acelerado que las que estaban más cerca (5). Esto significaba que cuanto más distante de nosotros se hallase una galaxia, a mayor velocidad se iba alejando (6). Por primera vez se tenía una prueba experimental a favor de la expansión del universo.

En 1948, George Gamow, Ralph Alpher y Robert Hermann publicaron una reformulación de la teoría de Lemaître, en la que predecían teóricamente la existencia de una radiación cósmica de fondo (RCF) fruto de la explosión inicial: algo así como el eco del Big Bang. Pero la teoría del Big Bang continuaba siendo demasiado hipotética y, además, no lograba resolver serias dificultades, como la datación del universo, al que atribuía menor antigüedad que al sistema solar.

Sin origen en el tiempo

Frente a tales objeciones, también en 1948, Hermann Bondi y Thomas Gold, con la posterior incorporación de Fred Hoyle, propusieron una teoría cosmológica alternativa. Según estos autores, el universo estaba en expansión, pero no tenía ningún origen en el tiempo. No existió ningún tiempo cero: el universo era eterno y, aunque se hallaba en expansión, siempre había permanecido igual, fuera cual fuera la región del espacio que observáramos. Lo cual se justificaba afirmando que se crea materia continuamente, de manera que la nueva materia va ocupando el hueco dejado por las galaxias en expansión. Es la llamada "teoría del estado estacionario" (Steady State), que rechazaba de plano la hipótesis de la RCF, puesto que negaba que hubiera habido una explosión inicial.

Conviene advertir que los motivos ideológicos no estuvieron ausentes en la formulación de esta teoría. En efecto, la hipótesis del Big Bang, al afirmar que el universo tuvo un inicio en el tiempo, parecía sugerir la existencia de un Creador. En cambio, la teoría del estado estacionario prescindía de Dios: el universo, entonces, sería eterno o -por decirlo con una expresión de Stephen Hawking- carecería de borde en el tiempo.

Tras más de una década de fuerte crisis, en 1964 la teoría del Big Bang recibió un impulso inesperado. Dos ingenieros norteamericanos, Arno Penzias y Robert Wilson, hallaron casualmente la célebre radiación cósmica de fondo. Esto significó, a la vez, un golpe funesto para la teoría del estado estacionario. En 1992 el satélite COBE confirmó el hallazgo, al detectar más radiación de fondo. Naturalmente, no desaparecieron de golpe todas las dificultades por el hecho de haber hallado la RCF, pero lo cierto es que la teoría del Big Bang adquirió gran solidez.

El universo pulsante

Para negar el origen temporal del universo, superando a la vez el desprestigio en que había caído la teoría del estado estacionario, en los años 70 se propuso una nueva hipótesis cosmológica que acepta el Big Bang pero descarta cualquier referencia a un Creador. Se trata de la "teoría del Big Crunch" (Gran Colapso): el universo se expandiría fruto de una gran explosión, pero al haber una cantidad de materia superior a un determinado valor, denominado "densidad crítica de materia" (representado por la letra griega Ω , la atracción de la gravedad primero detendría la expansión, y luego contraería el universo hasta colapsarlo sobre sí mismo. La disminución del volumen del universo provocaría un aumento de su temperatura, densidad y presión, produciendo una nueva explosión cósmica que daría lugar a otro universo. Este nuevamente vería frenada su expansión por la acción de la gravedad, para contraerse y volver a iniciar un nuevo ciclo. Este proceso se repetiría infinitas veces. Resultado: un universo pulsante, sin origen ni fin.

Pero los estudios más recientes indican que la cantidad de materia (visible, oscura y antimateria) existente es inferior a la densidad crítica de materia. Por tanto, la fuerza de la gravedad no podrá detener la expansión cósmica, de manera que el universo no podrá colapsarse dando lugar a un nuevo Big Bang y, con ello, a otro universo.

En segundo lugar, cabe destacar la objeción formulada por el premio Nobel de Física Steven Weinberg. Según este autor, cada uno de los ciclos de explosión-implosión debería comenzar con una cantidad de fotones (luz) mayor que la del ciclo anterior. Si el universo no tuviera inicio ni fin temporal, deberían haberse producido un número infinito de ciclos (pues la teoría del Big Crunch postula que no hubo ningún ciclo inicial), y ahora tendría que haber una cantidad de luz infinita. Así, de ser cierto el argumento de Weinberg, no existiría la "oscuridad de la noche" (7).

El problema del Génesis

Además, si son correctas las conclusiones de Saul Permuter, la energía del "vacío" que impulsaría al universo hacia una expansión acelerada haría que fuese L (constante cosmológica) y no Ω (densidad crítica de materia) lo que determinase el futuro del universo. La teoría del Big Crunch supone tres universos posibles. Si la cantidad de materia del universo es igual a la densidad crítica ($\Omega = 1$), el universo sería "plano": llegaría un momento en el que permanecería en equilibrio, sin expandirse ni contraerse, lo que implica que ahora debería ir decelerando. Para $\Omega > 1$, el universo sería "cerrado": se frenaría hasta iniciar un proceso de contracción que le llevaría a un colapso gravitatorio y un nuevo Big Bang. Y para $\Omega < 1$, el universo sería "abierto": su expansión sería indefinida. Pero todas estas hipótesis se basan en una premisa: que la constante cosmológica es nula ($L = 0$). Sin embargo, si L tiene un valor positivo, el escenario hasta ahora descrito cambiaría por completo.

En el fondo, el atractivo que presenta para algunos la teoría del Big Crunch obedece a motivos ideológicos. "Algunos cosmólogos se sienten atraídos por el modelo de las oscilaciones porque, como el modelo del estado estable, evita bien el problema del Génesis", dice Weinberg (7). En realidad, ni el Big Crunch (oscilaciones) ni el modelo del Steady State (estable) evitan, ni bien ni mal, el "problema del Génesis" (la necesidad de un Creador). Decir lo contrario es incurrir en el error filosófico de suponer que un universo sin origen temporal no sería creado. En efecto, la creación no consiste en la simple posición del ente en el tiempo, sino en la donación del ser al ente. Para que el universo fuera "eterno", tendría que llegar a ser en primer lugar.

Un universo que se crea a sí mismo

Aún ha habido otro intento de evitar la creación salvando los escollos en que encallan el Big Crunch y el estado estacionario. En la década de los 80, algunos científicos, entre los que destaca Stephen Hawking (8), propusieron la "teoría de la auto-creación del universo". Este habría tenido un comienzo en el tiempo (contra la teoría del estado estacionario), pero no estaría sometido a continuos ciclos de expansión y contracción (contra la teoría del Big Crunch). Sin embargo, tampoco cabría pensar en ningún Creador: el universo se habría creado a sí mismo.

¿Cómo? Según estos autores, el universo podría haberse originado a partir de fluctuaciones topológicas de la gravedad cuántica, ocurridas sin causa alguna, que habrían dado lugar a estructuras espacio-temporales creadas a partir de la nada cuántica: este proceso es denominado "transición topológica". A partir del espacio-tiempo vacío se producirían partículas materiales mediante fluctuaciones del vacío cuántico; finalmente, el universo se crearía a partir de esas partículas de acuerdo con las leyes físicas que producirían el Big Bang.

Esta concepción cosmológica se basa en teorías altamente hipotéticas: alguna de ellas ni siquiera tiene un estatuto epistemológico claramente definido (tal es el caso de la teoría de la gravedad cuántica, que intenta unificar la relatividad general y la mecánica cuántica), como admiten aun sus propios partidarios. Además, combina múltiples elementos procedentes de diversas teorías científicas, lo que constituye su aspecto más polémico.

Sobre todo, debemos recordar que el método científico no hace más que relacionar un estado físico con otro, de modo que el origen absoluto del universo, entendido como creación a partir de la nada, cae fuera del terreno de la ciencia: la nada absoluta no es un estado físico, experimentalmente analizable. Así pues, cuando algunos científicos dicen que el universo pudo haberse creado a sí mismo desde la nada no se están refiriendo al concepto de nada usado por la metafísica o la teología creacionistas.

En definitiva, la teoría de la auto-creación del universo se basa en meras hipótesis y en discutibles combinaciones de elementos teóricos. Además, opera una transmutación de significado de algunos términos, a los que se pretende dotar de un determinado sentido físico, cuando su significado original es filosófico, o son tomados de otras teorías científicas en las que tenían un significado y una función diferentes.

"Expulsar al Creador"

"Expulsar al Creador", por usar una expresión de Hawking, ha sido una de las prioridades de los defensores de la teoría de la auto-creación. Ahora bien, si se quiere ser racionalmente riguroso, dejando al margen los prejuicios ideológicos, veremos que, aun aceptando la hipótesis de que el universo se autocrea, no queda excluida la referencia a un Creador. ¿Por qué? Por la sencilla razón de que el universo tiene el origen -sea cual sea- y la estructura que tiene gracias a que existen unas leyes físicas que le hacen ser como es. Pues bien, si el universo se crea a sí mismo, será porque unas determinadas leyes físicas le hacen originarse de este modo.

Ahora bien, ¿cuál es el origen de esas leyes físicas? No pueden originarse con el universo, puesto que han de serle, de alguna manera, anteriores para poder originarlo. Tampoco pueden originarse a sí mismas, pues ¿cómo desde la nada absoluta podrían auto-originarse las leyes de una Naturaleza que aún no existe, leyes que -en el mejor de los casos- coexistirían con la Naturaleza a medida que esta fuese llegando a la existencia? Esta cuestión es una aporía que ni los científicos ni los filósofos de la ciencia han logrado resolver. Así pues, incluso aceptando la hipótesis de que el universo se hubiera creado a sí mismo, no resultaría irracional admitir la existencia de un Creador.

Al hacer un repaso de las modernas concepciones cosmológicas, se observa que las hipótesis rivales al universo inflacionario han sido propuestas, en buena medida, con el propósito de eliminar al Creador. Pues las teorías del Big Bang y de la expansión indefinida parecen concordar mejor con la filosofía y la teología creacionistas. De todas formas, la teoría del universo inflacionario -como ninguna otra teoría física- no puede probar ni refutar la creación o la existencia de Dios: esos temas están fuera del alcance de la ciencia experimental.

Las ciencias naturales no pueden responder satisfactoriamente las preguntas últimas que se plantea el ser humano. Si tenemos en cuenta que estas son, precisamente, las preguntas que más le afectan e interesan, entenderemos por qué la razón humana no puede detenerse en el horizonte científico-experimental, sino que naturalmente se ve llevada a trascender lo sensorial para buscar el fundamento no empírico de la realidad empírica. Por eso mismo, los abusos epistemológicos de algunos físicos, que han pretendido apoyarse en su ciencia para "expulsar al Creador", resultan comprensibles, aunque no se pueda justificarlos. Con eso muestran que la filosofía es inevitable, y que ellos hacen filosofía, si bien una mala filosofía. Pues no se les puede pedir que no se planteen las preguntas últimas, aunque sea para dar una respuesta atea. También a ellos, como a todos, les interesa la cuestión sobre Dios más que todas las galaxias.

(1) Los resultados del proyecto BOOMERANG (Balloon Observations of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics) se han publicado en: P. De Bernardis et al., "A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation", *Nature* 404 (2000), pp. 955-959.

(2) Cfr. James Glanz, "Breakthrough of the Year: Astronomy: Cosmic Motion Revealed", *Science* 282 (1998), pp. 2.156-2.157.

(3) Stephen Hawking, *Historia del tiempo: del Big Bang a los agujeros negros*, Crítica, Barcelona (1989), pp. 170-176. T.o.: *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, Bantam Books, Nueva York (1988).

(4) Ver servicio 79/95: Mariano Artigas, "Georges Lemaître, el padre del Big Bang".

(5) A medida que una ambulancia se aleja de nosotros, la sirena suena más grave, porque la onda acústica que nos llega tiene cada vez menor frecuencia; si la fuente sonora se aproxima, ocurre al revés (efecto Doppler). Análogamente, la luz procedente de galaxias que se alejan presenta un corrimiento hacia el rojo, es decir, hacia la zona de frecuencias más bajas del espectro visible.

(6) Más precisamente, lo que sostiene la teoría del Big Bang no es que las galaxias se alejen en el espacio, sino que el propio espacio-tiempo se dilata y, al hacerlo, aleja a las galaxias, como al hincharse un globo se van separando los puntos situados en su superficie.

(7) S. Weinberg, *Los tres primeros minutos del universo*, Alianza, Madrid (1988), pp. 131-132. T.o.: *The First Three Minutes*, Basic Books, Nueva York (1988).

(8) Cfr. S. Hawking, *Historia del tiempo*, cit., pp.181, 186-187 y 222-223.