

Cosmología actual, Filosofía y Religión**Carlos Alberto Marmelada Sebastián**

Ampliación del artículo *Últimas noticias: El universo se expande a ritmo acelerado. Teorías sobre el Big Bang con Dios al fondo*, publicado en Aceprensa; Servicio 154/00 del 15.XI.00.

1.- El universo en expansión.

El Universo y sus astros siempre han ejercido una fascinación que ha cautivado al espíritu humano. Desde tiempos inmemoriales el hombre ha ansiado conocer el origen y la estructura del Universo; hoy, además, deseáramos saber cuál será su destino final. Gracias a las nuevas teorías científicas y al espectacular avance de los instrumentos y las técnicas observacionales en el siglo XX hemos logrado elaborar una cosmovisión capaz de dar respuestas científicas plausibles a estas preguntas. ¿Cuál es la génesis histórica de nuestra actual cosmovisión? ¿Cuáles son sus fundamentos? ¿Qué limitaciones tiene?.

Durante milenios la humanidad creyó que el Universo era eterno, esférico y de un tamaño muy reducido, en comparación con las dimensiones actualmente conocidas. A principios del siglo XX se produjo un cambio cualitativo en el campo de las concepciones cosmológicas. A partir de los trabajos publicados en 1917 Einstein propuso una imagen del Universo que se caracterizaba por ser esférico y estar en equilibrio. Teóricamente la fuerza de atracción gravitacional, después de miles de millones de años de existencia, debería de haber colapsado el Universo. Pero resulta evidente que esto no ha sucedido. Según el físico alemán el Universo no se colapsa porque existe una fuerza de repulsión que contrarresta los efectos de la atracción gravitatoria y hace que permanezca en equilibrio. Einstein denominó a dicha fuerza que equilibraba el Universo: *constante cosmológica*, y la representó con el término *Lambda*. El holandés Wilhelm De Sitter, partiendo de los trabajos de Einstein, afirmó que el Universo estaba en expansión y lo hacía de forma espiral. Por su parte, el físico ruso Alexander Friedmann, apoyándose en los estudios de los dos autores citados, sostuvo que el Universo de Einstein no era estable, sino que variaba en el tiempo, ya fuera expandiéndose o contrayéndose, en cualquier caso *Lambda* era un parámetro inútil.

En 1927 un sacerdote católico belga, Georges Edward Lemaître (1894-1966), partiendo de las teorías de Friedmann, propuso la hipótesis de que las galaxias procediesen de un núcleo inicial que denominó "*huevo cósmico*" o "*átomo primigenio*". En efecto, si Friedmann tenía razón y el universo se hallaba en expansión, al recorrer el tiempo a la inversa, es decir, del presente hacia el pasado, deberíamos llegar a un instante en el que *t* (tiempo) fuera igual a cero ($t=0$). En ese momento toda la materia del Universo estaría concentrada en un punto del espacio-tiempo denominado *singularidad cósmica* o *singularidad del Big-bang*. En un volumen mínimo, se concentraría toda la masa del Universo, lo que significa que tanto su densidad como su temperatura serían descomunales.

Hasta principios de los años treinta todo esto no era más que pura teoría, no existía ningún indicio experimental que avalara estas hipótesis. 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 la década anterior. Hubble analizó la luz procedente de las galaxias y llegó a la conclusión de que las que se hallaban más lejos de nosotros sufrían en el espectroscopio un "*corrimiento hacia el rojo*" más acelerado que las que estaban más cerca. Esto significaba que cuanto más distante de nosotros se hallase una galaxia a mayor velocidad se iba alejando. Por primera vez se tenía una muestra experimental a favor de la expansión del Universo ¹.

En 1948 George Gamow, Ralph Alpher y Robert Hermann, hicieron pública una reformulación de la teoría de Lemaître, destacando el hecho de que predecían teóricamente la existencia de una *radiación cósmica de fondo* (RCF) fruto de la explosión inicial, algo así como el eco de la gran explosión. Pero la teoría del Big-bang, continuaba siendo demasiado hipotética y, además, no lograba resolver serias dificultades, tales como la datación de la antigüedad del Universo cuyos cálculos arrojaban resultados a todas luces imposibles, pues le daban al Universo una edad inferior a la del sistema solar ²; además, sólo se hallaba una explicación correcta para la formación del hidrógeno y del helio, pero no para la de los restantes elementos químicos por entonces conocidos.

2.- El Universo estable.

En 1948 Hermann Bondi y Thomas Gold, con la posterior incorporación de Fred Hoyle ³, propusieron una teoría cosmológica alternativa a la del Big-bang. Según estos autores el Universo estaba en expansión, pero no tenía ningún origen en el tiempo. No existía ningún instante $t=0$. El Universo era eterno y, aunque se hallaba en expansión, siempre había permanecido igual, fuera cual fuera la región del espacio que observáramos. Esto era así porque se creaba materia continuamente, de manera que la nueva materia creada iba ocupando el espacio dejado por las galaxias en expansión. Esta propuesta recibió el nombre de "*Teoría del Estado estacionario*" (*Steady State*) y afirma la existencia de un Universo *homogéneo e isótropo*, es decir, que tiene el mismo aspecto sea cual sea la región del espacio que observemos y el tiempo (momento) en el que lo hagamos. Estas dos características, homogeneidad e isotropía, son conocidas con el nombre de *Principio cosmológico perfecto*. La Teoría del Estado estacionario rechazaba totalmente la hipótesis de que existiera una RCF, puesto que, según ellos, no había habido ninguna explosión inicial, lo que significaba que en caso de descubrirse su existencia esta teoría se vería seriamente comprometida.

Es muy importante subrayar que los motivos ideológicos no estuvieron ausentes en la formulación de esta teoría. En efecto, la hipótesis del Big-bang parecía implicar la existencia de un Creador que debería ser el autor del *átomo primigenio* que al explotar daría lugar a nuestro Universo. La teoría del Estado estacionario prescindía de un Creador porque no había ningún instante inicial a partir del cual surgiera todo. El Universo simplemente era eterno; o lo que es lo mismo, por decirlo con una expresión de Stephen Hawking: carecería de borde en el tiempo.

3.- El *big-bang* de la “Teoría del Big-Bang”.

Después de 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 un golpe funesto para la teoría del Estado estacionario y supuso el aldabonazo definitivo para la teoría del Big-bang. En 1992 el satélite COBE confirmó este hallazgo con la detección de más radiación de fondo.

Naturalmente todas las dificultades no desaparecieron de golpe por el hecho de haber hallado la RCF. La pregunta sobre ¿qué había antes del Big-bang? se volvió más acuciante. Ahora bien, se trata de una pregunta absurda por definición, por la sencilla razón de que la Teoría del Big-bang lo que precisamente afirma es que tanto el espacio como el tiempo, se crearon en el mismo momento de la gran explosión, o lo que es lo mismo: espacio y tiempo nacieron con el Universo, son propiedades suyas y, por lo tanto, no pueden existir al margen de él. Por consiguiente, no tiene sentido preguntar qué había antes del tiempo, puesto que la pregunta, formulada de esta forma, implica la afirmación de la existencia del tiempo antes de que el tiempo existiera, lo que resulta contradictorio.

También podríamos preguntarnos ¿qué es lo que sucedió para que se produjera el Big-bang? La pregunta también es científicamente absurda. Todo lo que sea preguntar por las condiciones anteriores a $t=0$ carece de sentido, desde el punto de vista de los métodos de investigación de la ciencia positiva, tanto en su rama experimental como en su vertiente puramente teórica. Es más, los científicos afirman que ni siquiera podemos preguntarnos ¿cómo fueron los primeros instantes de la existencia del Universo?, entendiendo por “primeros instantes” el tiempo transcurrido entre $t=0$ y $t=10^{-43}$ segundos. Esto se debe a una razón muy simple, nuestros conocimientos científicos acerca de la realidad material sólo son válidos a partir de un instante superior a $t=10^{-43}$ segundos (el denominado Tiempo de Planck) posterior a la gran explosión. ¿Qué sucedió entre $t=0$ y $t=10^{-43}$ segundos? J.S. Trefill dice que es el “Reino de los dragones”. ¿Qué significa esto? Muy sencillo, se trata de una manera simpática y divertida de reconocer que no tenemos ni la menor idea. De momento el Tiempo de Planck representa un umbral infranqueable para el conocimiento científico experimental. Se puede hacer alguna incursión especulativa, pero todavía resulta un ámbito de investigación que supera nuestras capacidades actuales; porque en esta etapa de la historia del Universo la temperatura, la densidad y la presión son tan altas que las leyes de la física se derrumban perdiendo su significado. ¿En el futuro podremos disponer de elementos teóricos que nos permitan saber con certeza algo de esta época? Tal vez. Pero también podría tratarse de un horizonte definitivamente infranqueable, un límite físico absoluto del conocimiento humano.

4.- El Universo pulsante.

Para superar las dificultades que representaba la afirmación del origen temporal del Universo, pero intentando superar el desprestigio en el que había caído la teoría del Estado estacionario, en los setenta se propuso una nueva hipótesis cosmológica que aceptaría la existencia de una gran explosión pero descartaría cualquier referencia a un Creador (ésta era una motivación ideológica muy importante en la afirmación y aceptación de esta teoría cosmológica). Se trata de la *teoría del Big-crunch*. 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” y representado por la letra griega *Omega*, 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, de su densidad y de la presión produciendo una nueva explosión cósmica que daría lugar a otro Universo, pero que 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. La resultante: un Universo sin origen ni fin.

Respecto a esta teoría cabe comentar tres cosas:

- Los estudios más recientes que se han llevado a cabo en este campo indican que la cantidad de materia (visible, oscura y antimateria) existente es inferior a la densidad crítica de materia, lo que significa que 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 prestigioso Premio Nobel de Física Steven Weinberg. Según este autor, cada uno de los ciclos de explosión-implosión experimentado por el Universo debería comenzar con una cantidad de fotones (luz) mayor que la del ciclo anterior. Al haberse producido un número infinito de ciclos (recuérdese que la teoría del Big-crunch postula que no existe ningún tipo de inicio en el tiempo, no existe ningún ciclo inicial) actualmente debería de haber una cantidad de luz infinita, lo que significa que, de ser cierto el argumento de Weinberg, no existiría la “oscuridad de la noche”⁴.

c) Finalmente se deben destacar los motivos ideológicos por los que es apreciada esta teoría. En efecto, sucede que, tal como reconoce Weinberg: “algunos cosmólogos se sienten atraídos por el modelo de las oscilaciones porque, como el modelo del estado estable, evita bien el problema del Génesis”⁵. Sin embargo, ni el modelo del Big-crunch (oscilaciones) ni el modelo del Steady state (estable) evitan, ni bien ni mal, el “problema del Génesis” (la no necesidad de un Creador), ya que estas dos teorías físicas se basan en el error filosófico de suponer que la creación sólo puede darse si lo creado llega a la existencia a partir de un instante dado, sin comprender que no sería irracional admitir la hipótesis de una creación que fuera eterna. En efecto, un Dios omnipotente y eterno podría crear el Universo o bien en un momento determinado, o bien podría hacerle existir desde toda la eternidad, de manera que el Universo sería eterno pero creado, o dicho de otro modo: podría ser coeterno con su creador si es que esa fuese su voluntad. Esto último sería metafísicamente posible pro la sencilla razón de que la creación no consiste en la simple posición del ente en el tiempo, sino en la donación del ser al ente, o lo que es lo mismo: en la participación que el ente tiene del ser; y esto, el Creador, podría hacerlo a partir de un instante determinado ($t=0$) o desde siempre ($t=\infty$). En definitiva, se trataría de algo que formaría parte de su libre elección.

5.- La auto-creación del Universo.

Para salvar el escollo de ambas teorías, a partir de la década de los ochenta, y sin abandonar totalmente el ámbito de las motivaciones ideológicas, algunos científicos, entre los que destaca Stephen Hawking, propusieron la noción de Auto-creación del Universo. Éste habría tenido un comienzo en el tiempo (con lo que se descartaría la teoría del Estado estacionario), pero no estaría sometido a un continuo flujo y reflujo de ciclos de expansión y contracción (rechazándose así la teoría del Big-crunch). Sin embargo, no cabría pensar en ningún Creador, ya que el Universo se habría creado a sí mismo.

Ya el griego Parménides, hace más de dos mil quinientos años, había advertido que desde el no-ente absoluto no podía surgir el ente. ¿Qué le habría impulsado a existir? Se preguntaba el metafísico de Elea. Es más ¿Por qué el universo empezaría a existir a partir de un momento determinado y no antes o después si era eterno?. En definitiva ¿cómo sería posible que el Universo se creara sí mismo? Según estos autores el Universo podría haberse originado a partir de *fluctuaciones topológicas de la gravedad cuántica*, realizadas sin causa alguna, y 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, incluso alguna de ellas todavía no tiene un estatuto epistemológico claramente definido (este es el caso, por ejemplo, de la Teoría de la gravedad cuántica, teoría que intenta unificar la relatividad general y la mecánica cuántica), lo que resulta admitido incluso por sus propios partidarios.

La auto-creación del Universo se basa en dos extrapolaciones difícilmente justificables desde un punto de vista científico. En primer lugar hay que señalar que las teorías sólo pueden ser consideradas científicas si sus hipótesis pueden ser sometidas al control de un experimento, ya sea real o imaginario (Galileo y Einstein, por ejemplo, utilizaron mucho este tipo de experimento). Pues bien, la *nada absoluta*, es decir, la *nada metafísica*, no es, por definición, algo que pueda relacionarse con ningún tipo de experimento, ni real ni posible, por lo tanto se trata de una idea que cae totalmente fuera del campo de la ciencia. El método de investigación científico lo que hace es relacionar un estado físico con otro, de manera que el origen absoluto del Universo, entendido como creación absoluta a partir de la nada, caería fuera del terreno de la ciencia ya que ésta, 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 utilizado por la metafísica o la teología creacionista. De modo que, esa nada de la que surgiría el Universo habría de ser, de alguna manera, no un vacío absoluto, sino “algo”. Esta confusión conceptual se da también con otros términos (v. gr.: espacio, tiempo, materia, vacío, etc...) que tienen sentidos distintos si los consideramos desde una perspectiva filosófica o científica. Por ello se debe tener muy claro cuál es el significado conceptual de un término cuando estamos trabajando en un ámbito del saber humano (el científico, por ejemplo) o en otro (como podría ser el filosófico o el teológico). Precisar claramente el significado de los conceptos utilizados en nuestros razonamientos delimitando el campo semántico en el que vamos a utilizarlo podría evitar muchos malos entendidos al hacer que cada área del saber humano permanezca en el plano que le es adecuado.

En segundo lugar se debe tener presente que las teorías de la auto-creación del Universo se basan en la combinación de múltiples elementos procedentes de diversas teorías científicas; elementos que constituyen, precisamente, sus puntos más polémicos. Por ejemplo, de la mecánica cuántica se toma la controvertida idea de que existen fenómenos sin causa, y la afirmación de que puede crearse -y aniquilarse- materia, ambas afirmaciones requieren matizaciones y su sentido se limita, como es lógico, al ámbito de la física. Extrapolarlas más allá de dicha ciencia es un error y esto es, precisamente, lo que sucede cuando se pretende utilizar estas tesis para afirmar la auto-creación del Universo. Otra confusión se produciría al identificar el *vacío cuántico* de la física con la *nada absoluta* de la ontología. De la relatividad general se extraería la idea de que el espacio y el tiempo pueden ser considerados estructuras independientes de la materia, sin embargo la teoría general de la

relatividad lo que afirma es que las zonas donde hay materia son, desde el punto de vista matemático, regiones en las que el espacio-tiempo tienen una mayor curvatura, que serían los cuerpos materiales.

En definitiva, las teorías que postulan la auto-creación del Universo se basan en afirmaciones altamente hipotéticas, en combinaciones de elementos teóricos discutibles y, además, en la transmutación semántica de algunos términos utilizados por diversas ramas de la ciencia e incluso de la filosofía o la teología, que pasan a ser empleados con otro significado en otras ramas de la ciencia; de manera que se les pretende dotar de un determinado sentido físico cuando o bien su significado original es filosófico o bien son tomados de otras teorías científicas en las que tenían un significado y una función original diferente.

6.- “Expulsar al creador”.

Parafraseando a Stephen Hawking, podríamos decir que “*Expulsar al Creador*” ha sido una de las prioridades esenciales de los defensores de las teorías de la “Auto-creación”. Ahora bien, si se quiere ser racionalmente riguroso (por lo que los prejuicios ideológicos deberán ser dejados de banda) nos encontraremos con el hecho de que incluso aceptando la hipótesis de que el Universo se autocreara no queda excluida la posibilidad de hacer referencia a un Creador, dicho de otro modo: no resulta irracional afirmar su existencia. ¿Por qué? Por la sencilla razón de que el Universo tiene el origen, sea cual sea éste, 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 lo hará porque unas determinadas leyes físicas le hacen originarse de este modo. Ahora bien ¿cuál es el origen de esas leyes físicas? Ellas no pueden ni: a) originarse con el Universo, puesto que han de serle, de alguna manera, *anteriores* para poder originarle, ni b) originarse a sí mismas, ya que nada puede ser causa-efecto de sí mismo. Así, pues, incluso aceptando la hipótesis de que el Universo se hubiera creado a sí mismo, no resultaría irracional la aceptación de la existencia de un Creador.

A finales de los ochenta del pasado siglo Hawking sorprendió con un libro que fue un auténtico *best-seller*: *Historia del tiempo*⁶. El objetivo que se marcaba Hawking era responder a la pregunta: “¿qué es lo que insufla fuego en las ecuaciones y crea un universo que puede ser descrito por ellas?”⁷; o lo que es lo mismo: ¿por qué existe el universo? Y ¿por qué es cómo es?. El optimismo científicista con el que se redactó aquella obra llevó a Hawking a concluir que: “si encontráramos respuesta a esto, sería el triunfo definitivo de la razón humana, porque entonces conoceríamos el pensamiento de Dios”⁸. Cuando escribió este libro su meta era: “una completa comprensión de lo que sucede a nuestro alrededor y de nuestra propia existencia”⁹. La conclusión a la que llegó Hawking en esa obra era la existencia de un universo autocontenido, sin principio ni fin, limitado pero sin fronteras ni bordes, en donde no hay lugar para un creador; en el universo de Hawking Dios no tiene nada que hacer, no le queda ningún papel por representar¹⁰. Todo esto sería posible a partir del momento en que formuláramos una Teoría del Todo que nos permitiera comprender la totalidad de la naturaleza a partir de unas leyes fundamentales. El optimismo de Hawking quedaba patentizado en la siguiente afirmación: “Todavía creo que hay razones para un optimismo prudente sobre el hecho de que podamos estar ahora cerca del final de la búsqueda de las leyes últimas de la naturaleza”¹¹. En *El universo en una cáscara de nuez*¹²; obra publicada en el año 2002, Hawking insiste en la idea de que el universo está autocontenido y no tiene fronteras¹³, con las consecuencias filosóficas, antropológicas y teológicas que ello conlleva. Sin embargo el optimismo de Hawking muestra aquí oscilaciones. Por un lado insiste en que: “ya hemos hecho notables progresos en la comprensión del cosmos, particularmente en los últimos años. Aunque no tenemos una imagen completa, podría ser que no estuviera lejana”¹⁴. Pero, por otra parte, esta explícita declaración optimista de científicismo promisorio triunfante choca con la moderación expresada en el Prefacio, en donde declara que: “en 1988, cuando fue publicada por primera vez la *Historia del tiempo*, la Teoría definitiva del Todo parecía estar en el horizonte (...)hemos avanzado mucho desde entonces, pero aún queda mucho camino por recorrer y aún no podemos avistar su fin”¹⁵; ¿Qué significativas son estas palabras!

La Teoría del Todo depende de la correcta elaboración de una teoría completa de la gravedad cuántica (teoría que lograría reconciliar la teoría de la relatividad general con la mecánica cuántica), algo que el propio Hawking reconoce que todavía no se ha conseguido¹⁶. De hecho en *Historia del tiempo* ya advirtió Hawking que su afirmación de la existencia de un Universo sin fronteras (y, por lo tanto, sin “tarea” para Dios) era tan solo una *propuesta* porque no se sabía cómo combinar la relatividad general con la mecánica cuántica, y porque tampoco se sabía como establecer predicciones que estén de acuerdo con la realidad, algo consubstancial a toda teoría científica que se precie¹⁷. En su actual obra también advierte que la ausencia de contornos es igualmente una propuesta¹⁸.

El universo en una cáscara de nuez es un libro mucho menos beligerante. Tanto en *Historia del tiempo* como en la serie de conferencias que, durante los tres años siguientes impartió por todo el mundo, Hawking no se cansó de proclamar explícitamente que Dios no tenía cabida en su universo. Ahora no es que haya renunciado a esta tesis, pero sí que la expone con menor radicalidad y de una forma mucho más sutil. El objetivo último de Hawking es lograr demostrar que: “el origen del universo debería ser gobernado por las mismas leyes que lo rigen en otros instantes”¹⁹. En otras palabras: el universo debió de autocrearse a sí mismo gracias a las mismas leyes que gobiernan su desarrollo. El problema reside aquí en cómo compatibilizar con sentido lógico el hecho de que las leyes de la naturaleza, que sólo existen cuando hay universo, sean las que hagan que haya universo. O lo que es

lo mismo, las leyes de la naturaleza deberían de hacerse así mismas al mismo tiempo que hacen existir al universo. La cuestión estriba en averiguar **cómo unas leyes que nacen con el universo, hacen, al mismo tiempo, nacer al universo**. En definitiva, deberían ser *causa sui* (causa y efecto de sí mismas), algo que resulta ser física y metafísicamente imposible.

Sin renunciar a sus planteamientos fundamentales, el actual Hawking es más consciente de las limitaciones de nuestro conocimiento, el optimismo desbordante de su cientificismo irrestricto de los ochenta ha dado paso a una cierta prudencia intelectual a la hora de exponer sus tesis, que incluye el reconocimiento de la posibilidad de que tal vez nuestra mente se vea desbordada por la complejidad de la realidad y por ello nunca seamos capaces de llegar a comprender perfectamente todo: “Debemos intentar comprender el comienzo del universo a partir de bases científicas –declara Hawking-. Puede que sea una tarea más allá de nuestras capacidades, pero al menos deberíamos intentarlo”²⁰. ¡Qué lejos se haya esta aseveración del dogmatismo con el que se expresaba Hawking en *Historia del tiempo!*.

7.- Ciencia, Filosofía y Religión.

En algunas ocasiones se ha podido presentar estas tres disciplinas entrando en conflicto entre sí. Tal vez puede haber habido algún momento puntual en el que esto sucediera, pero ni ha sido algo frecuente ni actualmente esto es así. Es más, no debe olvidarse que la inmensa mayoría de filósofos y científicos medievales eran hombres ordenados sacerdotalmente. Si se quiere ser objetivo debe reconocerse, también, el hecho histórico de que los fundadores del método experimental, y con ello los padres de la nueva ciencia, eran personas profundamente religiosas. Hoy son muchos los hombres de ciencia que profesan una u otra fe, desde los que defienden una especie de panteísmo (Einstein), hasta los que son musulmanes (Abdus Salam) o católicos (Sir John Eccles). Algunos de ellos han sido galardonados con el Premio Nobel (este es, precisamente, el caso de los tres ejemplos que hemos citado). La enumeración de los científicos de primera línea, tanto actuales como de siglos anteriores, que profesan o han profesado algún tipo de fe religiosa sería sumamente copiosa y no procedería incluirla en un artículo como este; máxime cuando existe ya una excelente obra, en lo que a este punto concreto se refiere, en el mercado editorial²¹.

¿Qué demuestra esto? ¿Qué la ciencia es la antesala de la religión? ¿Qué la ciencia, a través de la filosofía, es un camino que lleva claramente hasta Dios? La verdad es que no. Se trata de ámbitos autónomos que tienen su propio objeto de estudio y sus propios métodos de investigación. Pero también es cierto que, por las mismas razones, la ciencia no puede ser utilizada para fundamentar las negaciones de las realidades metafísicas estudiadas por la filosofía y la religión. Simplemente, Filosofía, Ciencia y Religión constituyen tres ámbitos de la realidad humana que, de suyo, no sólo no se excluyen entre sí, sino que se complementan, de manera que los tres, junto con muchos otros aspectos, resultan necesarios para la configuración de una vida humana integral, ya que, el conocimiento humano no se conforma con la aprehensión de las causas segundas o instrumentales (Ciencia), sino que, por naturaleza, el ser humano busca el conocimiento de las causas últimas del ser del ente (Filosofía, Religión), tal como han reconocido numerosos filósofos de innegable prestigio. Y es que el ser humano no se conforma sólo con saber cómo es el ente (Ciencia), sino que también quiere saber por qué es (Filosofía, Religión). ¿Por qué hay ser en vez de nada? Esta es la gran pregunta que desafía a la inteligencia humana. Dar con *la* respuesta significa entender la realidad en su aspecto más fundamental.

Actualmente se admite de una forma unánime que la Ciencia no puede responder satisfactoriamente a las preguntas últimas que se plantea el ser humano. Si tenemos en cuenta que estas son, precisamente, las que más afectan e interesan al ser humano, por su radicalidad e importancia, comprenderemos por qué la razón humana, aún reconociendo la altísima dignidad del conocimiento científico positivo, no puede detenerse en dicho horizonte considerándolo el límite último alcanzable por el esfuerzo racional, sino que, de un modo natural se verá llevada a trascender el ámbito de la realidad sensorial para poder hallar el fundamento no empírico de la realidad empírica. Dada esta situación, la ciencia resulta incapaz de determinar si Dios existe o no, si el alma humana existe o no, y si existe si es inmortal o no. Tampoco podremos hallar en el ámbito de la investigación científica experimental la razón última de nuestra existencia, o la respuesta que nos clarifique cuál es el sentido de nuestra muerte o el del dolor y el sufrimiento moral. Tampoco la Filosofía podrá dar una respuesta absoluta y completa a todos estos interrogantes, pero sí podrá arrojar mucha luz y contribuir a descubrir que el ser humano tiene, por naturaleza, una apertura hacia la trascendencia. De manera que se deberá analizar y precisar cuál es el significado de dicha apertura, para poder determinar en qué consiste y que implicaciones comporta para la vida humana la relación inevitable entre el hombre y el ser Trascendente fundamento último de la totalidad de la realidad.

Notas

(1) De hecho, lo que sostiene la teoría del Big Bang es que no son las galaxias las que se alejan las unas de las otras *a través* del espacio, sino que es el propio espacio-tiempo el que se dilata y, al expandirse, aleja a los cuerpos que se hallan en él, de la misma manera que lo harían unos puntos de la superficie de un globo cuando éste se hinchara.

(2) Todavía hoy resulta imposible datar con toda seguridad el momento exacto en el que se produciría la gran explosión. Tradicionalmente se venía considerando que debió suceder hace unos 15 mil millones de años. Sin embargo, recientes investigaciones, que han contado con la inestimable ayuda del telescopio espacial Hubble, han adelantado la fecha de tal acontecimiento considerando como más plausible la hipótesis de que hubiera sucedido hace unos 12 mil millones de años. De todos modos, se trata de un tema abierto y sujeto a constantes revisiones.

(3) P recisamente éste sería el autor que acuñaría la célebre expresión “Teoría del Big-bang” para referirse al modelo cosmológico de expansión explosiva.

(4) Cf. Steven. Weinberg: *Los tres primeros minutos del Universo*; Alianza Editorial, Madrid, 1979, pp. 131-132.

(5) S. Weinberg. *Ibidem*.

(6) Stephen Hawking: *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*; Crítica, Barcelona, 1989. Pese al título de la obra, se trata de un libro en el que no se estudia ni la historia del tiempo ni su naturaleza.

(7) *Ibidem*; p. 223.

(8) *Ibidem*; pp. 223-224.

(9) *Ibidem*; p. 218.

(10) *Ibidem*; pp. 186-7 y 15.

(11) *Ibidem*; p. 202.

(12) Ed. Crítica, Barcelona, 2002, 216 págs.

(13) *Ibidem*; p. 82.

(14) *Ibidem*; p. 69.

(15) *Ibidem*; viii.

(16) *Ibidem*; p. 147.

(17) *Historia del tiempo*; op. cit., p. 182.

(18) *El universo en una cáscara de nuez*, op. cit., p. 195.

(19) *Ibidem*; p.24.

(20) *Ibidem*; p. 79.

(21) Antonio Fernández Rañada: "Los científicos y Dios"; Ediciones Nobel, Oviedo, 2000; 390 págs. Partiendo del hecho de que "ciencia y religión han modelado el mundo y determinado los valores asumidos de tal modo que nuestra sociedad sería inimaginablemente distinta sin ellas" Antonio Fernández Rañada logra echar por tierra un tópico fuertemente establecido entre los a priori culturales de nuestra sociedad. El autor destaca que "para una parte de la opinión pública, la ciencia se opone necesariamente a la fe en Dios y los científicos son todos ateos", tratándose de una convicción que "forma parte de la imagen popular bien establecida". Partiendo de estas premisas, lo que Fernández Rañada pretende demostrar es que "el sobreentendido de que ciencia y religión son incompatibles es infundado", explicitando con toda claridad que "la tesis esencial del libro (es) la notoria falsedad del estereotipo de (que) los científicos se oponen necesaria y radicalmente a la experiencia religiosa". De modo que cuando se sostiene que los científicos se oponen radicalmente al trascendentalismo religioso en virtud de un materialismo científico que profesan sin excepción, se está haciendo una afirmación totalmente gratuita. En rigor esto no es así, ya que "entre los científicos se reproduce la misma diversidad que observamos entre la demás gentes: Los hay cristianos, agnósticos, ateos, musulmanes, fervorosos, tibios, teístas sin religión particular, deístas..." Ciencia y religión no son, por tanto, incompatibles. Esto lo demuestra el hecho de que el pensamiento científico y religioso no se contradicen por tratarse de dos maneras distintas de acercarse a una realidad que atrae irresistiblemente al hombre.

En esta obra Rañada logra demostrar que no es cierto que los científicos sean básicamente ateos. Podría objetarse que el autor sólo cita científicos creyentes, obviando a los ateos y a los agnósticos. Cierto. Pero no hay que olvidar que lo que se persigue en este libro es, precisamente, demostrar que existen muchos científicos de primera línea que son creyentes. Un objetivo que se alcanza con creces

El cosmos hace noticia

Se ha caracterizado al hombre como el animal que habla, el animal que sonríe, el animal que cocina su comida. Otro rasgo no menos específico de los seres humanos consiste en que tienen una idea del universo en que viven. Tradicionalmente, esta idea era transmitida de generación en generación por padres y maestros en la forma de relatos ligados a la religión y, con ella, a la identidad cultural de cada pueblo. En las grandes culturas librescas — china, india, helénica, islámica, cristiana— con sus cuerpos de eruditos, no faltaron voluntarios para configurar la idea mítica del universo en “cosmologías”, sueños de la razón alimentados por la fantasía. La **cosmología** geocéntrica que árabes y latinos heredaron de Aristóteles sufrió un tremendo sacudón cuando Galileo apuntó su anteojo a los cielos. Las noticias que trajo el “mensajero de los astros” destrozaron la bóveda del firmamento que había cobijado al hombre desde que salió de las cavernas. Pero resultaban del todo insuficientes para cimentar un nuevo sistema cosmológico. Para los sucesores de Galileo —Descartes, Huygens, Newton— la gran lección del telescopio era que el sol y toda su escolta de planetas flotan en un lugar cualquiera del espacio infinito que nadie atinaba a articular. Según Auguste Comte, la ciencia astronómica no debe traspasar los límites del sistema solar.

La **cosmología** científica fue inventada por Einstein en 1917, en el contexto de su teoría general de la relatividad. Su célebre modelo del universo, finito aunque ilimitado, es homogéneo y estático: todas las estrellas están parejamente distribuidas en el espacio y cada una se mueve apenas respecto a las demás. Corresponde así a un saber pretelescópico; pues, aunque en 1910 el telescopio todavía indicaba que las distancias entre las estrellas visibles varían muy lentamente, tres siglos antes ya le había mostrado a Galileo que esas mismas estrellas se concentran de preferencia en la zona de la Vía Láctea. Pero Einstein no estaba motivado por un descubrimiento astronómico, sino por una preocupación filosófica: encontrar una solución de las ecuaciones de su teoría que no le atribuya al espaciotiempo por sí mismo, independientemente de la distribución de la materia, la función de guiar el movimiento de los cuerpos en ausencia de fuerzas externas. En 1922, el matemático ruso Alexander Friedmann demuestra que el universo homogéneo y estático de Einstein no es sino un caso límite de una familia infinita de universos compatibles con dichas ecuaciones, homogéneos también pero increíblemente dinámicos, que se

expanden sin cesar desde un estado de densidad infinita, o sin cesar se contraen hasta alcanzar tal estado, o sucesivamente se expanden y contraen.

Einstein anunció que Friedmann había cometido un error matemático. Pronto se retractó; pero Friedmann, que muere en 1925 con 37 años, cayó en el olvido. Entre tanto, con el nuevo telescopio de Mt. Wilson, Hubble comprobó que la Vía Láctea no es más que una galaxia entre billones, parejamente repartidas, y que las galaxias lejanas huyen tanto más velozmente cuanto más lejos estén. En 1927, Lemaître redescubre por cuenta propia los modelos cosmológicos de Friedmann y explica la estampida de las galaxias como consecuencia directa de la expansión del universo. Con Hubble y Lemaître, las especulaciones matemáticas de Einstein y Friedmann pisan por fin el suelo escurridizo pero incontestable de la experiencia.

Durante casi 40 años la cosmología relativista reposó en este solo fenómeno, no exento de problemas. Según los cálculos de Hubble, la expansión del universo desde el estado de densidad infinita habría tomado hasta hoy unos 2 mil millones de años, ni la mitad de la edad de la tierra según la geología. Hubo quien sostuvo que hay dos tiempos, uno geológico y otro cosmológico, registrados por dos familias de relojes naturales que marchan con distinto ritmo. En 1948, Bondi, Gold y Hoyle inventan la cosmología del estado estable. Según Bondi y Gold, aunque las galaxias huyan, el universo tiene que exhibir en todo momento el mismo aspecto, desde cualquier punto que se lo observe. De otro modo, no tendríamos derecho a inferir de nuestra limitada experiencia conclusiones sobre el pasado remoto. Para compensar el cambio de aspecto que causaría la expansión del espacio, postularon la creación continua de materia a razón de un átomo de hidrógeno por metro cúbico cada trescientos mil años, una cantidad imposible de detectar pero suficiente para rellenar los huecos que va dejando la fuga de las galaxias. La frase “Big Bang”, epítome hoy de la idea de un cosmos que “hace noticia”, fue acuñada entonces por Hoyle para ridiculizar la teoría relativista del universo. El cosmos en estado estable se crea sigilosamente, día tras día, y nunca asustará con grandes novedades.

En 1952, un nuevo estimado de las distancias estelares aumentó la edad del universo en varios miles de millones de años, resolviendo el conflicto entre cosmología y geología. (Hoy se estima que han transcurrido entre 12.000 y 18.000 millones de años desde el “Big Bang”, tiempo de más para que las rocas radioactivas de la tierra alcancen su estado actual). Pero la cosmología del estado estable siguió atrayendo partidarios hasta que el descubrimiento de un nuevo fenómeno cosmológico le dio gran respaldo a la idea de que el universo fue, hace un número muy grande pero finito de años, enormemente denso y caliente. En 1964, Penzias y Wilson detectaron, con una antena ultrasensible de la telefónica Bell, la presencia invariable de una débil señal de radio en la sintonía de 4.080 megahertz. La señal mantenía una intensidad constante todo el año en todas direcciones. No podía venir, pues, de una estrella o galaxia en particular. En 1965, junto al informe de los observadores, se publicó la interpretación teórica: una señal así correspondería al máximo, enormemente enfriado por la gigantesca expansión del universo, de la radiación térmica que quedó libre cuando, a trescientos mil años del Big Bang, la temperatura del universo cayó bajo los tres mil grados y cesó el intercambio continuo y generalizado que, a mayor temperatura, tuvo que existir entre radiación y materia. Una radiación térmica omnipresente solo podía proceder de esa época, en que el espacio aún no era transparente a la radiación. Que la radiación era térmica, con la curva de intensidad contra frecuencia prescrita por la ley de Planck, era por el momento una conjetura bien fundada; pues su intensidad se había medido solo para el grupo selecto de frecuencias que la atmósfera terrestre deja pasar. Pero después de 1990, esa conjetura fue admirablemente confirmada por las mediciones del satélite COBE, en órbita fuera de la atmósfera. Mucho antes de eso, la mayoría de los científicos había descartado la cosmología del estado estable —cuya creación continua de materia despertaba poca simpatía— y abrazado la tesis de que vivimos en un universo en dramática evolución.

Otros hallazgos de esos años acentuaban el drama. En 1962, se descubren los cuasares, desconcertantes objetos que, si están tan lejos como parece indicar el corrimiento de sus espectros hacia el rojo, emiten tanta energía como cien galaxias juntas, desde un volumen comparable al del sistema solar. Ello supone un proceso radiante muchísimo más violento que los observados en regiones más próximas del espacio (y del tiempo). En 1967 se identifican los primeros pulsares, de los que recibimos señales de radio brevísimas rítmicamente separadas por breves lapsos de silencio, como podría enviárnoslas un objeto que gira como un faro mientras irradia energía en una sola dirección que gira con él. Por la intensidad de la señal hay que atribuirles una masa que, para girar con esa frecuencia sin salir disparada en pedacitos, tiene que estar contenida en volúmenes pequeñísimos: digamos, la masa del sol en una esfera de 10 kilómetros de diámetro. La teoría general de la relatividad predice la formación de un objeto así si una estrella del tamaño del sol consume todo su combustible nuclear y, por falta de presión, colapsa bajo su propio peso. Más dramático es el colapso de una estrella mayor que dos soles: su superficie sigue encogiéndose hasta caer tras la frontera del “país de cuyo seno ningún viajero retorna”, y la estrella se convierte en un agujero negro. La formación de agujeros negros —mayores y de otro origen— sería capaz de generar procesos de la violencia que delatan los cuasares.

El extremismo de la teoría general se vio realizado por los teoremas sobre “singularidades” que Penrose, Hawking y Geroch dedujeron de ella entre 1964 y 1970. Implican que una cosmólínea (esto es, la trayectoria de vida de una partícula material) que ingresa en un agujero negro fatalmente va a dar en una singularidad, o sea, literalmente, en nada. Implican asimismo que, si el universo se ajusta siquiera aproximadamente a un modelo Friedmann-Lemaître en expansión, el recorrido de cada cosmólínea arranca en último término de una singularidad,

de modo que la historia de cada ingrediente original de ese universo comienza en nada. En tiempos de Einstein estas conclusiones habrían bastado para hacer inaceptable la teoría. Para la sensibilidad de fines del siglo XX solo la hicieron más atractiva. Si no, ¿cómo entender el gran esfuerzo dedicado a la física de los agujeros negros cuando aún no había una brizna de evidencia de que tales objetos existen?

Apoyado en estos descubrimientos y en la confirmación cada vez mejor de la teoría general de la relatividad por observaciones precisas dentro de los confines del sistema solar, el modelo relativista del universo en expansión fue aceptado desde 1970 como modelo estándar de la cosmología, reconocida al fin como ciencia respetable de vanguardia. Fue decisiva la alianza de la cosmología con la física cuántica de partículas. Esta explica la génesis de la radiación de fondo y deduce la abundancia observada de los elementos livianos bajo el supuesto de que se formaron en un estado muy denso y caliente del universo. A su vez, aquella le brinda gratis un laboratorio de alta energía que ningún gobierno le podría financiar: los primeros segundos del universo en expansión. Simulando en una computadora procesos trascurridos en aquellas circunstancias, se puede calcular su eventual desenlace bajo hipótesis alternativas y contrastarlo con lo que el estado actual de las cosas indica que ocurrió en realidad. Con todo, la cosmología relativista, que no es una teoría cuántica, no es propiamente compatible con la física de partículas. Para resolver el conflicto se busca desde hace 30 años una teoría cuántica de la gravedad. Por otra parte, este tipo de tensiones marca toda la historia del conocimiento humano, salvo quizás en períodos y dentro de grupos especialmente estériles, como el estamento sacerdotal del Nuevo Imperio egipcio o las universidades españolas del barroco.

Fruto directo de la colaboración entre cosmología y física de partículas es la cosmología inflacionaria, inventada en 1979 por Alan Guth, y que ha sido desde entonces la principal alternativa al modelo estándar. Guth trabajaba en un problema de las llamadas GUT (“Grand Unified Theories”), teorías que someten a una ley única todas las fuerzas de la naturaleza excepto la gravedad. Las GUT son muy variadas y dejan mucho margen para el ajuste de parámetros, pero a primera vista todas implican que, bajo las altísimas temperaturas próximas al Big Bang, tiene que producirse una cantidad enorme de monopolos magnéticos (objetos que tienen un polo norte o un polo sur, pero no ambos). El problema está en explicar cómo han desaparecido, pues tales monopolos no se ven hoy por ningún lado. Guth buscaba un proceso previsto por las GUT que inhibiera la producción de monopolos. En la noche del 6 de diciembre de 1979 Guth dio con una idea que resolvía no solo su problema de física de partículas, sino también dos problemas de la cosmología estándar. No puedo explicarla aquí, pero resumiré sus consecuencias. De acuerdo con ella, un universo regido por ciertas GUT tendría, al comienzo de su historia, un período muy breve de expansión exponencial. Duplicaría cien veces su diámetro en una fracción de segundo cuya expresión decimal contiene 34 ceros entre la coma y el 1. En el mismo lapso, el universo de la cosmología estándar crecería diez veces, un mil por ciento, 4 dígitos de inflación. La inflación del universo de Guth en esa pequeñísima fracción de segundo tiene 33 dígitos. Con ello, la temperatura baja bruscamente antes de que se produzcan todos esos indeseables monopolos. Pero hay más. En el modelo estándar, cada suceso tiene un horizonte, tras el cual hay objetos que, por falta de tiempo, no han tenido ninguna influencia sobre ese suceso. ¿Cómo entender entonces la homogeneidad entre las partes del espacio que ahora mismo cruzan nuestro horizonte desde direcciones opuestas? ¿cómo se explica, en particular, el equilibrio térmico que la radiación de fondo revela que había, a 300.000 años del Big Bang, entre regiones del universo que estarían entonces cada una detrás del horizonte de la otra? En un modelo de Guth, esas regiones habrían tenido ocasión de interactuar antes que la inflación las separara. El otro problema cosmológico que resuelve la inflación concierne a la curvatura del espacio, una propiedad nada intuitiva, pero conceptualmente análoga a la curvatura de una superficie. En los modelos de Friedmann, el espacio generalmente tiene en cada momento una curvatura constante diferente de cero. Con la expansión, la diferencia aumenta. Como ahora mismo en el mundo real esa diferencia es muy pequeña, al comenzar la expansión habría sido virtualmente nula. Un segundo después del Big Bang, el parámetro Omega —igual a 1 si la curvatura es igual a 0— no podría haber diferido de 1 en más de un billonésimo de una milésima parte. La cosmología estándar acepta este hecho sin pedir explicación. La inflacionaria, en cambio, lo explica. Por grande o pequeño que fuese el valor inicial de Omega, la expansión exponencial lo empuja hasta igualarlo a 1 con exquisita exactitud.

La primera versión del cosmos inflacionario tuvo tropiezos insuperables, pero la han reemplazado otras. Nuevas observaciones generan resultados que a veces refuerzan el inflacionismo, y otras parecería que van a sepultarlo para siempre. Si el espacio es o no perfectamente “plano” (curvatura cero), si la expansión del universo se acelera o se retarda, si hay suficiente materia desconocida en el universo para forzarlo un día a contraerse o si seguirá expandiéndose sin término, son dilemas que la cosmología está empeñada en resolver. Ahora que la figura misma del universo se debate en las arenas movedizas de la ciencia, tenemos que estar listos para que el día menos pensado nos informen por televisión que es totalmente distinta de lo que nos decían hasta ayer. Se acabó el tiempo en que un mito venerable nos enseñaba de una vez por todas donde estamos parados