

COSMOLOGÍA MODERNA Y creación divina

AGUSTÍN UDÍAS VALLINA
audias@core.upcomillas.es

A principios del siglo XX la combinación de dos poderosos argumentos cambiaron definitivamente nuestra imagen del universo, a saber: nuevos desarrollos teóricos de la física basados en la teoría general de la relatividad y nuevas observaciones astronómicas. En 1917, Albert Einstein aplicó por primera vez las ecuaciones de la relatividad general al universo en su conjunto. A partir de esta propuesta de Einstein, todos los modelos del universo estarán basados en las ecuaciones de la relatividad general. George Lemaître propuso, en 1927, soluciones que describen un universo en expansión y que, en el pasado, toda la materia estaba concentrada en unas pequeñas dimensiones que él llamó el “átomo primitivo”, enormemente denso, cuya explosión dio origen a su evolución. Resulta paradójico que Fred Hoyle, uno de los defensores del universo estacionario, fuera el primero en utilizar el término *big bang* (gran pun) en tono jocoso, para referirse a esta explosión cósmica inicial.

EL UNIVERSO EVOLUTIVO

En la aceptación del universo evolutivo era necesario que las teorías tuvieran una sólida fundamentación en las observaciones astronómicas. El primer descubrimiento asociado con la expansión del universo fue el de Edwin Hubble, del corrimiento hacia el rojo del espectro de la luz proveniente de galaxias lejanas. La constante de proporcionalidad entre la velocidad con que se alejan las galaxias y su distancia se conoce hoy como H , la constante de Hubble, y actualmente tiene el valor de 70 Km/s-Mpc. Como, de acuerdo con la teoría especial de la relatividad, la velocidad límite es la de la luz, podemos obtener la edad del universo con un valor actual de unos 13.700 millones de años. La observación decisiva fue la detección de la radiación cósmica de fondo. Este descubrimiento tuvo lugar de forma casual por Arno Penzias y Robert Wilson en 1964, que descubrieron la existencia de una radiación de longitud de onda de unos 7 cm y una temperatura efectiva de 3,5 grados Kelvin, que provenía de todas las direcciones del espacio. Robert Dicke identificó esta

La confluencia entre teoría y observaciones ha producido para la estructura y evolución del universo, lo que hoy se conoce como el “modelo estándar del *big bang*”. La doctrina cristiana de la creación afirma la total dependencia de Dios del universo, es decir de todo lo que existe, para su ser o existir. Ambas perspectivas no son incompatibles y entre ellas debe establecerse un diálogo.



Agustín Udías Vallina.



radiación con los restos de la gran explosión que dio origen al universo. En realidad, su origen no corresponde al momento mismo del *big bang* o tiempo cero, sino que corresponde al momento en que la radiación se separa de la materia, unos 300.000 años más tarde. Las observaciones del satélite COBE (Cosmic Background Explorer) en 1989, especialmente dedicado a ello, interpretadas por George Smoot descubrieron, con medidas muy exactas, que la radiación no era totalmente uniforme, sino que existían pequeñas heterogeneidades con variaciones de la temperatura de unas millonésimas de unas partes a otras. Estas pequeñas heterogeneidades se pueden considerar como las semillas, en el mismo origen del universo, de lo que luego serán los cúmulos de galaxias y las galaxias. Un nuevo satélite WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) en 2003 confirmó estos resultados, y dio un mapa más exacto y detallado de las heterogeneidades de la radiación.

EL MODELO ESTÁNDAR DEL BIG BANG

La confluencia entre teoría y observaciones ha producido para la estructura y evolución del universo, lo que hoy se conoce como el “modelo estándar del *big bang*”. Actualmente, de forma muy simplificada, las hipótesis básicas de este modelo son las siguientes:

1. La estructura global del universo y su evolución se ajustan a la teoría general de la relatividad de Einstein, en la que la geometría riemanniana del espacio-tiempo, de curvatura positiva, está determinada por la distribución de todas las masas que lo forman.
2. La radiación (fotones) se propaga a la velocidad de la luz constante para todos los observadores (teoría especial de la relatividad).
3. El principio cosmológico se cumple, siendo las propiedades del universo las mismas, vistas desde cualquier observador situado en cualquier lugar del espacio. El universo es, por lo tanto, a gran escala, homogéneo e isótropo.

4. El universo actual no contiene antimateria. La materia está formada por materia visible, también llamada materia bariónica, es decir, formada por un núcleo de protones y neutrones (llamados bariones o partículas pesadas) con electrones girando a su alrededor. Este tipo de materia forma las estrellas, planetas, cometas, gases y polvo interestelar e intergaláctico, de la cual aproximadamente el 74% es hidrógeno, el 25% helio, y el resto de los demás elementos solo aportan una mínima parte.

5. La materia ordinaria o visible, sólo forma el 4% de toda la masa del universo. El 23% está formado por la materia oscura y la mayor parte, el 73%, está en la forma de energía oscura. Una serie de observaciones astronómicas, entre ellas la velocidad angular de la rotación de las galaxias, ha llevado a proponer la necesidad de la existencia de una materia que no es detectable con la luz, por lo que se ha llamado oscura y cuya composición no se conoce bien todavía.
6. La energía oscura es una energía presente en el espacio vacío de signo contrario a la gravitación, que hace que el universo se esté acelerando en su expansión. Esta energía se relaciona con un pequeño valor positivo de la constante cosmológica Λ . Materia oscura y energía oscura, por lo tanto, forman el 96% de la masa total del universo.

Los modelos del universo vienen esencialmente determinados por los valores de tres constantes, H la constante de Hubble, Ω_0 el cociente entre la densidad de la materia del universo y su valor crítico y Λ , la constante cosmológica. La densidad crítica es aquella por encima de la cual el universo acabará por contraerse y por debajo de ella se expandirá ilimitadamente. Es decir, si $\Omega_0 < 1$, el universo se sigue expandiendo indefinidamente y si $\Omega_0 > 1$, terminará por contraerse y colapsar. El modelo más sencillo es aquel que tiene los siguientes valores: $\Omega_0 = 1$, $\Lambda = 0$ y $H = 70 \text{ Km/s/Mpc}$. El origen del universo se sitúa hace aproximadamente entre 13 y 15 mil millones de años (un valor reciente es 13.700 millones de años). Su evolución a lo largo del tiempo se puede resumir de una manera muy simplificada de la siguiente manera. Si llamamos tiempo cero al de su origen, para una fracción pequeñísima de tiempo después, 10^{-43} segundos, que se llama el “tiempo de Planck”, el tamaño del universo era de 10^{-33} cm , dimensión que se conoce también como el “tamaño de Planck”. Estas dos dimensiones forman el límite inferior del comportamiento normal del espacio-

tiempo y de las leyes de la física. En 1980 Alan Guth propuso, que en las primeras fracciones del primer segundo (antes de 10^{-30} de segundo), el tamaño del universo aumentó rapidísimamente. Durante este corto periodo de tiempo, el tamaño del universo aumentó en un factor de 10^{50} veces. El modelo que incluye este periodo de expansión acelerada se conoce como el del “universo inflacionario”. Durante este tiempo, la fuerza de expansión era mucho más rápida lo que es actualmente y más tarde la expansión se ha decelerado. Al mismo tiempo que el universo se ha ido expandiendo, su temperatura se ha ido enfriando desde una temperatura inicial de unos 10^{30} grados Kelvin. Unos 1000 años más tarde, la densidad de la materia empieza a sobrepasar la de la radiación y después de 300.000 años se produce el desacoplamiento total de la materia y de la radiación, haciéndose el universo transparente a la luz. En esta época la temperatura ha disminuido a unos mil grados y empieza la formación de las protogalaxias y protocúmulos, y unos millones de años más tarde las galaxias y los cúmulos actuales, siendo la temperatura actual del universo de unos 2 a 4 grados Kelvin. A lo largo de su evolución van apareciendo en el universo sistemas de cada vez mayor complejidad desde los átomos y moléculas a los seres vivos y finalmente el hombre.

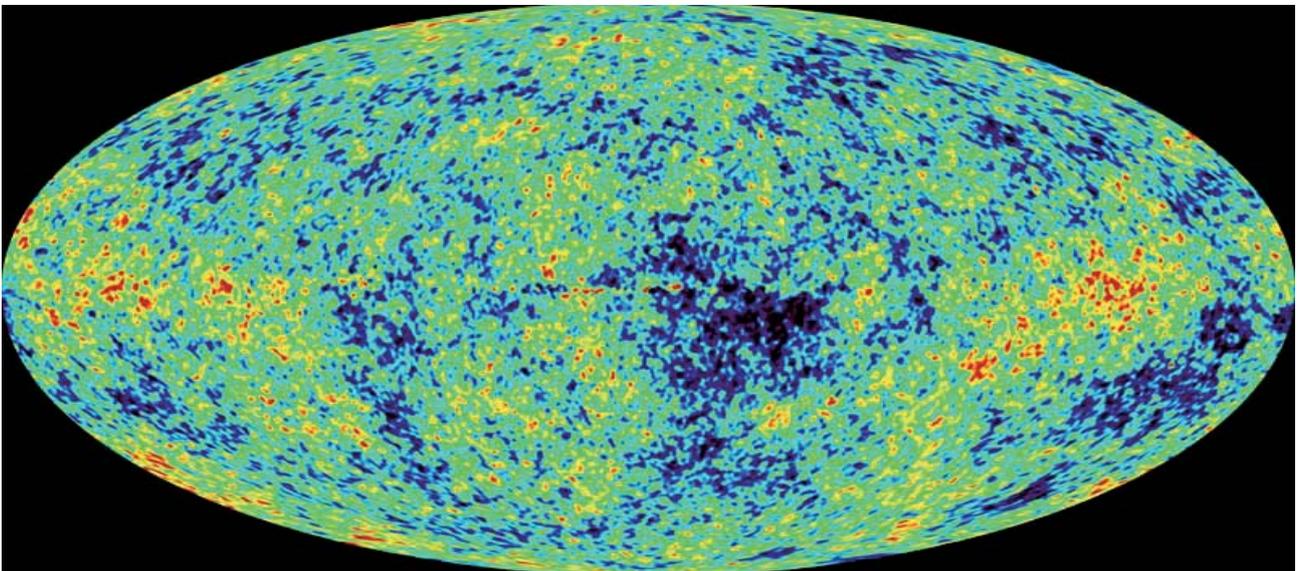
FE EN LA CREACIÓN

La doctrina cristiana de la creación afirma la total dependencia de Dios del universo, es decir, de todo lo que existe para su ser o existir. En primer lugar, la acción creadora de Dios no puede concebirse como la de una causa física, sino que está a nivel ontológico del existir. Este es un punto importante, ya que es frecuente poner la acción creadora de Dios al mismo nivel de las causas físicas, como una primera causa en el tiempo, para luego negar la necesidad de esa primera causa. Desde este punto de vista ontológico, la fe en la creación no depende, por lo tanto, del modelo cosmológico que se utilice para describir la naturaleza

del mundo. La fe en Dios creador no se basa, por lo tanto, en ninguna laguna o hueco de la ciencia, ni es una hipótesis cosmológica, sino la respuesta a la pregunta sobre la existencia misma del universo. Dentro de la metodología científica, la respuesta que dan las ciencias a la estructura del universo es consistente en sí misma y no hay que buscar dentro de ella su origen en Dios. La fe en la creación se plantea a otro nivel.

Un aspecto importante y que no cae dentro de la ciencia es la consideración del sentido. La pregunta que nos podemos plantear es ¿qué sentido tiene la realidad que nos rodea y qué sentido tiene nuestra propia existencia? En el fondo se trata de la pregunta última de por qué existe algo en lugar de no existir nada, y qué sentido tiene que exista algo. Las ciencias presuponen la existencia del mundo que nos rodea y tratan de dar una respuesta a cómo está constituido, qué estructura tiene, qué leyes lo rigen y aún cuál ha sido su origen físico, pero no entran en la cuestión del sentido ni de la razón de su existir. Este problema es el que siempre se le escapa a la ciencia y sobre el cual tenemos todo el derecho a hacernos preguntas. Durante mucho tiempo la pregunta sobre el origen del universo no era considerada como una pregunta propia de la ciencia. Hoy el modelo del *big bang* nos presenta un comienzo del universo que es a la vez comienzo de nuestro espacio-tiempo. Aunque no faltan elucubraciones sobre estadios y tiempos anteriores al momento del *big bang* de nuestro universo, estos no tienen ninguna base experimental. No podemos hacer afirmaciones científicas con base empírica sobre las condiciones anteriores al *big bang* ni de universos fuera del nuestro.

La gran dificultad que se encuentra en la consideración de la creación es el concepto mismo de la nada. La nada no es un concepto físico, la física habla del vacío, pero esto no es lo mismo. El vacío físico está lleno de potencialidades y realidades, como son los campos de fuerzas y las partículas virtuales. Cuando los cosmólogos hablan de que el *big bang* fue originado por una fluctuación del vacío cuántico están implicando ya una realidad en este vacío lleno de potencialidades y



virtualidades. La nada es realmente un concepto filosófico, que se refiere a la negación de toda realidad. La única alternativa a la creación sigue siendo la eternidad misma de la materia con universos o multiuniversos sucediéndose unos a otros indefinidamente.

Como ya se ha dicho, Dios no se puede concebir como una causa física, al mismo nivel de otras causas físicas. El conocido físico Steven Hawking afirma en sus obras de divulgación que el universo se creó a sí mismo de la nada, luego no es necesario un creador lo que deriva de las leyes mismas de la física. La confusión de poner la creación al nivel de las causas físicas puede llevar a su rechazo y proponer al universo mismo como último principio físico de sí mismo. Meterse a buscar a Dios creador, como una hipótesis física para explicar el universo, es entrar en un camino sin solución. Otro problema que se suele plantear es el de la relación del acto de la creación y el tiempo. Debemos recordar que Dios está fuera del tiempo y, por lo tanto, el acto creador es atemporal. De esta forma se puede concebir como coincidiendo con cada uno de los instantes del tiempo del universo, incluyendo, por lo tanto, toda su evolución. Esta manera de concebir la creación se denomina a veces como una “creación continua”. Es decir “continua” vista desde nuestra dimensión temporal, pero no desde la atemporalidad de Dios.

DIÁLOGO CON LA COSMOLOGÍA

La explicación científica del origen del universo, tal como es entendida hoy por la cosmología moderna y la afirmación de la fe de su creación divina no son incompatibles y deben entrar en diálogo y complementarse entre sí. Por ejemplo, uno se puede preguntar

si el momento del *big bang* de las teorías cosmológicas actuales corresponde al momento de la creación. Esta cuestión exige una reflexión cuidadosa. En primer lugar, cuando la ciencia habla del origen del universo, lo está haciendo dentro del contexto científico de una teoría concreta. Las teorías científicas pueden cambiar y su correspondencia con la realidad nunca es absoluta. Por otro lado, la ciencia trata de responder a la pregunta de cómo fue el origen del universo en el sentido físico. La fe en la creación, como ya hemos dicho, se refiere al sentido ontológico y responde a la pregunta “por qué existe el universo que pasó de no existir”, es decir, de la nada a ser. La ciencia trabaja siempre en el campo de lo físico o natural, y no puede ella sola llegar a una causa sobrenatural.

El hecho de que la ciencia ha llegado al conocimiento de que el universo ha tenido un origen puede estar señalando al creyente que ese origen corresponde con el momento de la creación. Esta sería una reflexión desde la fe, no una consecuencia desde la ciencia, que debe estar matizada por la consideración epistemológica de la naturaleza del conocimiento científico. Debemos tener cuidado, de todas formas, en no mezclar los dos niveles de conocimiento. La validez de la propuesta de la existencia de muchos y aún de un número infinito de universos puede discutirse a nivel científico, pero en sí no puede considerarse como una alternativa a la creación. La fe en la creación se plantea, como ya hemos repetido varias veces, al nivel ontológico del ser, e implica la aceptación de la existencia de Dios de quien depende la existencia de todo lo creado, sea uno o muchos los universos realmente existentes. ■



Para saber más

- OTIHUEL GASQUE, B. (2011). *En el principio creó Dios*. Madrid: EIU.
- TIEMBLO, A. (2011). *Nosotros y el universo*. Madrid: Edaf.
- UDÍAS NALLIRE, A. (2010). *Ciencia y religión*. Santander: Sal Terrae.

hemos hablado de:

Origen del universo, cosmología moderna, fe, creación.

Este artículo fue solicitado por PADRES y MAESTROS en mayo de 2012, revisado y aceptado en junio de 2013 para su publicación.