

## **A.Udías: Ciencia y religión, dos visiones del mundo**

### **7. Cosmología y creación. Origen del universo**

#### **7.1. Del universo mágico al mecanicista.**

Desde la más remota antigüedad el hombre ha sentido la necesidad de comprender la naturaleza y el origen de las cosas que le rodean y de esta forma llegar a hacerlo también del conjunto de todas ellas, es decir, del universo. A lo largo del tiempo estas concepciones del universo o cosmologías han ido cambiando hasta llegar a la que tenemos hoy, que sin lugar a dudas cambiará también en los siglos futuros<sup>1</sup>. Junto con la visión de la estructura del universo se plantea también la de su origen y como ha llegado a ser como lo vemos hoy, lo que se conocía en la antigüedad como cosmogonías, término hoy en desuso. Al enfrentarse con el universo, y tratar de dar una respuesta a las preguntas que sobre él se le plantean sobre su naturaleza y origen, el hombre adopta diversos puntos de vista, que hoy podemos separar como científico, filosófico y teológico. Hoy estos puntos de vista están más o menos separados, pero durante mucho tiempo estuvieron mezclados. Aún hoy, a pesar de no ser reconocido muchas veces, estos puntos de vista se confunden en cuestiones que cruzan inadvertidamente las fronteras que hemos establecido entre ellos. Aunque actualmente la cosmología, que se considera como una parte de la física, se ha convertido en una ciencia de formalización matemática y basada en la observación, en ella siguen planteándose cuestiones que cruzan la frontera a la filosofía y aún a la teología. Por otro lado, el público en general tiene una visión del universo, a través de popularizaciones de la ciencia, que solo refleja débilmente y de forma confusa y generalmente mal comprendida, lo que la ciencia hoy conoce del universo. Más aún, para una gran proporción de la población, su visión del universo puede todavía corresponder a la de épocas del pasado y aun corresponder prácticamente a la de los pueblos primitivos. A pesar de los avances de la ciencia, es sorprendente, como a nivel popular, mezcladas con elementos de los nuevos conocimientos, sobreviven también visiones del pasado.

Siguiendo, en parte, el esquema de Edward Harrison podemos distinguir en el desarrollo de las visiones del universo a lo largo de la historia en las siguientes: mágica, mítica, geométrica, teológica, mecanicista y evolutiva<sup>2</sup>. La concepción más antigua del hombre es la concepción mágica del universo, que podemos suponer estuvo extendida entre los grupos humanos cazadores y recolectores de entre al menos 30000 – 4000 a.C. y es posible que aún en épocas más tempranas. No tenemos ninguna evidencia directa de esto, pero lo podemos sacar de las concepciones de los pueblos primitivos actuales. Por lo menos sabemos que los hombres que decoraron las cuevas hace más de 10000 años, como las de Altamira en España y Lascaux en Francia, en las que aparecen representaciones del sol y la luna y construyeron los dólmenes debían tener ciertas visiones sobre el mundo que les rodeaba. Los que construyeron el misterioso monumento de Stonehenge en el sur de Inglaterra es posible que lo usaran como un primitivo observatorio astronómico. Es muy probable que estos hombres primitivos, como lo hacen muchos de los pueblos primitivos actuales, consideraran la naturaleza animada por espíritus buenos y malos. Esta extrapolación no es del todo correcta, pues los que llamamos hoy pueblos primitivos, no contaminados por el omnipresente hombre moderno, lo que es difícil, tienen ya complejos sistemas de aproximación a la naturaleza, aunque en ellos el animismo sea bastante común. Es natural que la propia experiencia de ser vivo consciente y poseedor de un espíritu lleve al hombre a aplicarla también a los animales, plantas y al resto de la naturaleza considerándolos también como seres vivos y conscientes. En este tipo de visión de la naturaleza, no slo

los animales y las plantas, sino, también, los astros, las montañas, los ríos poseen también espíritus que los animan y que pueden tener actitudes positivas o negativas hacia el hombre. Según esta visión, la naturaleza está toda ella animada y adquiere un carácter sagrado por el que debe ser tratada como los hombres se tratan unos a otros.

Podemos asumir, pues, que la primera visión del hombre del universo corresponde a una visión mágica. La llamamos así porque a ella corresponde la práctica de la magia para ganarse el favor de los espíritus buenos y convertir en benévolos, los posibles espíritus adversos o malos presentes en la naturaleza, y de este modo manipularlos para su beneficio. Ante una naturaleza que se convertía en muchas de sus manifestaciones, como tormentas, rayos y terremotos, en una amenaza para el hombre, su desconocimiento del mecanismo que regula estos sucesos le lleva al recurso de defenderse de ellos a través de la magia. Como ya veíamos en el capítulo 1, la magia es un fenómeno muy extendido y no solo presente en los pueblos primitivos. Pero no cabe duda que aparece con más fuerza en visiones animistas de la naturaleza. Aprovechar las fuerzas de la naturaleza en beneficio propio es una constante en la historia del hombre, y aunque no queramos reconocerlo en ella pervive una herencia de la actividad mágica. La ciencia moderna ha “desencantado” la naturaleza desposeyéndola de su carácter sagrado lo que ha llevado a una visión mecanicista de ella en la que se ha perdido todo respeto por ella. La visión mágica del universo hace muchos siglos que se ha perdido, aunque restos de ella pervivan escondidos en el subconsciente.

Cuando el hombre se hace agricultor y ganadero, crea las primeras ciudades y desarrolla el lenguaje escrito, aparece una visión distinta del universo que podemos llamar mítico. Aparecen ya las primeras estructuras sociales del poder político y religioso y ellos influyen en su visión del universo. Si las primeras ciudades tienen su origen hacia el 10000 a. C., la primera escritura se remonta a solo hacia el 4000 a.C. En las cuatro civilizaciones más antiguas, Egipto, Mesopotamia, India y China aparecen los relatos mitológicos que tratan de dar respuestas, enraizadas en la cultura y religión de cada pueblo, a las preguntas más fundamentales del hombre sobre sí mismo y el mundo que le rodea. En ellos en un lenguaje generalmente poético se propone cual es el origen de todo, dioses, hombres y cosas. En los mitos la naturaleza y los dioses suelen estar identificados. Por ejemplo, en el antiguo Egipto, el cielo, la tierra y el aire son dioses personificados. En los mitos mesopotámicos todo procede de un caos inicial que da origen a los primeros dioses y estos por generación a otros. Esta idea de un caos inicial es también muy frecuente en muchos otros mitos. En una última generación de dioses aparece un dios demiurgo que con los restos de otros dioses a los que da muerte construye el cielo y la tierra. Los dos tipos de acción que el hombre conoce en la naturaleza y en él mismo, la generación y la actividad son aplicados a los dioses en su relación con las cosas. Finalmente los dioses crean a los hombres y con ellos empieza una historia nueva separada de la de los dioses, aunque a veces estas dos historias se mezclan.

La diferencia entre la concepción mítica del universo y la mágica estriba en que ahora los elementos de la naturaleza no están animados, sino que son ellos mismos dioses a los que el hombre debe un culto o han sido producidos por los dioses que los rigen. De alguna manera el mundo animado en el que todo es sagrado de la concepción mágica da paso a un mundo en el que lo profano y lo sagrado están separados, aunque regido por los dioses. La estructura socio-política-religiosa de las emergentes ciudades y estados dan además origen a nuevas necesidades, como la regulación de las fiestas y el trabajo, para lo que es necesario un calendario, la preocupación por la salud, las medidas del terreno y los granos y el comercio, lo que va a dar origen a una incipiente astronomía, medicina, geometría y aritmética. Junto con las explicaciones mitológicas

del origen del cielo y la tierra aparecen ya en Egipto y Mesopotamia las primeras observaciones de los astros, sobre las que se puede establecer un fiable calendario. Aunque se piensa que son los dioses los que gobiernan el movimiento de los astros, esto no es obstáculo para que los astrónomos babilónicos estudiaran con detenimiento el movimiento con relación a la Tierra del Sol y la Luna, los eclipses del Sol y la Luna y las posiciones de algunos planetas como Venus y sus periodos. La creencia en la influencia de la posición de los astros sobre la vida de los hombres da origen a un nuevo tipo de magia, la astrología, iniciada por los “magos” caldeos, herederos de los astrónomos sumerios, babilónicos y persas, cuya práctica se va a extender por todo el imperio romano hacia el siglo II a. C. Esta práctica curiosamente continua viva hasta nuestros días, a pesar de la moderna astronomía y astrofísica. Tenemos ya, por lo tanto, junto con las concepciones mitológicas, una incipiente ciencia basada en la observación y la aplicación de las matemáticas. Los astrónomos sumerios y babilónicos realizaron numerosas observaciones astronómicas que consignaron en tablas que se han conservado hasta nuestros días y separaron estas observaciones de su utilización astrológica. Tenemos que recordar que la división del año en meses, semanas y días y la del día en 24 horas son herencia de los calendarios egipcios y babilónicos.

Estas primitivas observaciones astronómicas necesitaban ya un primer modelo cosmológico en el que situar la tierra y los astros. La concepción sumeria y luego babilónica, generalizada por todo el oriente medio, consideraba la Tierra plana rodeada de agua y el cielo como una bóveda semiesférica en la que estaban situados los astros. Como tanto el Sol, como la Luna y otros astros desaparecían por el horizonte para volver a aparecer de nuevo, era necesario suponer la existencia de un mundo subterráneo por el que, por ejemplo, el Sol recorría el camino desde el oeste, después de su puesta, para aparecer al día siguiente por el este. Este modelo, como ya vimos, es el que aparece en los libros de la Biblia.

Un paso fundamental en las concepciones cosmológicas se dio en la antigua Grecia, donde se abandona la concepción mitológica para dar paso a una puramente secular y racional en la que empieza a emplearse la formalización matemática. Se da el paso del universo mítico al geométrico. Los autores griegos utilizaron sus conocimientos de geometría para producir los primeros modelos matemáticos de la distribución espacial y el movimiento de los astros, con los que se podía predecir su posición futura comprobable con las observaciones. La visión filosófica y científica puramente secular y racional se separa así de la teológica. Los primeros astrónomos griegos del siglo VI a. C. dan el paso fundamental de considerar la Tierra flotando en el espacio rodeada de un universo esférico en el que ocupa su centro y con Pitágoras asignan a la Tierra su forma esférica. El primer modelo del universo completamente geométrico fue propuesto en el siglo IV a. C. por Eudoxo de Cnido, discípulo de Platón. Este es un universo esférico en el que la tierra ocupa su centro y las estrellas fijan su límite exterior. Los planetas están fijos a una serie de 27 esferas homocéntricas que giran con distintos ejes. El conjunto permitía reproducir el movimiento relativo de los planetas vistos desde la Tierra con bastante exactitud, suponiendo que solo se dan movimientos circulares. Aristóteles dio a este modelo geométrico una realidad física aumentando el número de esferas a 52 y las consideró formadas de un material cristalino, el éter, inmutable, que constituía la naturaleza del mundo celeste por encima de la órbita de la Luna. El mundo terrestre por el contrario está formado por los cuatro elementos, tierra, agua, aire y fuego y está sujeto a cambio y corrupción. Prescindiendo de su realidad física, los astrónomos griegos, como Apolonio, e Hiparco, siguiendo la tradición originada por Eudoxo, introdujeron en el modelo geométrico geocéntrico esférico elementos que lo mejoraban como los epiciclos, la excéntrica y el ecuante. En el siglo III a. C. Aristarco dio un paso

espectacular y propuso, sin mucho éxito, un modelo heliocéntrico. En el siglo II, Tolomeo recogió toda la tradición astronómica geocéntrica griega en su gran obra, conocida por su nombre árabe *Almagesto*, que seguiría vigente hasta que en el siglo XVI Copérnico propone el sistema heliocéntrico. Además del modelo puramente geométrico, Tolomeo propuso también uno que daba a los epiciclos una realidad física. Los astrónomos griegos dieron dimensiones al universo en términos del radio de la Tierra y realizaron medidas de las distancias entre los astros que aunque no muy exactas se basaban en métodos geométricos válidos. Su universo, limitado por la esfera de las estrellas fijas, era más pequeño que las medidas actuales de la órbita de Saturno.

Además de los modelos propuestos por los astrónomos griegos, que podemos considerar como científicos, otros autores se aventuraron en el campo de la filosofía y añadieron otras características a los modelos cosmológicos no relacionadas con las observaciones. Las ideas provenientes de las escuelas pitagóricas y platónica fomentaron la aplicación de las matemáticas al conocimiento de la naturaleza, al considerar los números y formas geométricas como la esencia de las cosas. Aristóteles consideró su universo finito y esférico de esferas homocéntricas como eterno y necesario y dio a la última esfera, el “motor inmóvil”, último principio del movimiento de todas las demás esferas, un carácter divino. La escuela estoica, fundada en Atenas por Zenón de Citio en el siglo III a.C., consideró a Dios como el alma del mundo y extendió más allá de la esfera de las estrellas fijas un espacio vacío infinito. La escuela atomista fundada por Leucipo en el siglo V a. C. y desarrollada por Demócrito propuso una cosmología basada en la sola existencia de un número infinito de pequeñas partículas indivisibles, los átomos, y un espacio infinito vacío. Su universo es por lo tanto infinito y eterno. Añadió además un proceso, puramente mecánico, por el cual el universo parte de un estadio primitivo caótico para organizarse por un movimiento de remolinos en el que los átomos se agrupan para formar todos los cuerpos que hoy conocemos. Su pensamiento ateo consideró que todo movimiento es puramente fruto del azar. Los atomistas introdujeron por primera vez los conceptos de átomos, vacío, espacio y tiempo infinitos y azar, que se mantendrán hasta nuestros días. Las ideas de los atomistas fueron adoptadas por la escuela filosófica fundada en Atenas por Epicúreo de Samos y popularizadas más tarde en Roma por Lucrecio.

Ya vimos en el capítulo 5, como los autores cristianos desde el siglo III fueron poco a poco aceptando el modelo cosmológico griego, primero con influencias platónicas y luego aristotélicas. Algunos elementos de las cosmologías griegas fueron considerados como incompatibles con la fe cristiana, como la eternidad y el carácter necesario del universo, su infinitud y su ser regido por el azar. El resultado final fue el establecimiento de lo que hemos llamado la imagen medieval del universo (sección 5.8) vigente, sobre todo, entre los siglos XII y XVI. Este modelo cosmológico era geocéntrico, esférico y finito. A él se añadían las consideraciones teológicas de considerarlo como creado por Dios en el tiempo, por lo tanto, de una duración limitada, calculada en alrededor de 6000 años, y destinado a concluir con la venida gloriosa de Cristo al final de los tiempos que inaugurará una nueva creación. Más allá de la última esfera se situaba el llamado “cielo empíreo” o lugar de los bienaventurados y algunos situaron en el centro de la Tierra el infierno, lugar de los condenados. Según la interpretación literal del Génesis, el Universo había sido creado por Dios en seis días, tal como ahora lo conocemos, de dimensiones finitas y estático. De esta forma la imagen del universo quedaba encuadrada en el esquema teológico cristiano. Salvando las líneas generales del modelo, algunos elementos eran discutidos. Algunos autores, como ya lo hizo Capella en el siglo V, propusieron que Venus y Mercurio giraban alrededor del Sol en lugar de alrededor de la Tierra, las esferas celestes sólidas y

cristalinas fueron consideradas por algunos como un material fluido en el que se movían los planetas y ya San Basilio se había opuesto a considerar la naturaleza del mundo celeste distinta a la del terrestre. Al final de la Edad Media, Nicolás de Oresmes y Juan Buridán plantearon el problema de la rotación de la Tierra y Nicolás de Cusa si el centro del universo debe estar necesariamente en el centro de la Tierra.

La publicación de la obra de Copérnico en 1543 y los trabajos posteriores entre otros de Kepler y Galileo supuso el final de esta imagen medieval del universo y el comienzo del nuevo modelo cosmológico heliocéntrico. Como vimos en el capítulo 6, el cambio a este nuevo modelo de universo no estuvo exento de dificultades. Aunque tanto Copérnico como Kepler siguieron considerando el universo finito en sus dimensiones, la idea de un universo infinito con las estrellas distribuidas por el espacio vaco se fue abriendo paso. Newton estableció una nueva visión del universo regido por una única ley de gravitación que explica tanto el movimiento de los cuerpos sobre la tierra como el de los astros. Las leyes de la mecánica rigen ahora todas las interacciones presentes en el universo con lo que podemos llamar a la nueva imagen del universo como mecanicista. El título de la obra de Laplace, *La mecánica celeste* refleja perfectamente la nueva concepción del universo, en la que todos los aspectos teológicos del universo medieval han sido eliminados. El espacio se hace infinito y en él se haya distribuido un número, considerado por muchos como infinito, de estrellas. Aunque al principio el universo se consideró centrado en el Sol, poco a poco esta idea se fue perdiendo al abrirse paso la consideración de la existencia de otros sistemas planetarios, alrededor de otras estrellas, y agrupaciones de estrellas o galaxias distintas de la Vía Láctea. Esta concepción del universo llevó consigo también un cambio en la imagen de Dios, según la corriente deísta, como el diseñador y arquitecto del universo, que una vez creado y dado unas leyes, funciona por sí mismo, sin necesitar su intervención. Para los autores explícitamente ateos, que como ya vimos empiezan a aparecer en el siglo XVIII, el universo era eterno e inmutable o sufriendo una serie de ininterrumpida de ciclos.

Unida a la concepción mecanicista de los cielos aparece también la idea de su formación a partir de una situación de caos primitiva por efecto de la sola ley de la gravitación. En 1755 el filósofo Emmanuel Kant propone la teoría en la que bajo la influencia de la gravedad se forma la agrupación de estrellas de la Vía Láctea y en torno a una de sus estrellas, el Sol, nuestro sistema planetario. Kant también interpretó las nebulosas como agrupaciones de estrellas semejantes a la Vía Láctea pero muy lejanas a las que llamó “universos islas”, lo que hoy llamamos galaxias. Kant propuso que el sistema solar se había formado por el enfriamiento y separación de una masa incandescente. Esta idea la desarrollaría Laplace en 1796 en su famosa teoría de la nebulosa solar en la que describe cómo se forman primero anillos en torno a la masa solar y luego los planetas. Tanto para Kant como Laplace el universo no había tenido siempre el mismo aspecto al que tiene ahora, aunque todavía no se habla propiamente de un origen del universo. Ya algo antes Louis Buffon había propuesto que el sistema solar se había formado por el choque de un cometa con el Sol arrancando de él el material que da origen a los planetas. El universo newtoniano era considerado por la mayoría como de dimensiones infinitas, pero no faltaron los que lo consideraron finito. Con la construcción de telescopios cada vez más potentes se descubrieron estrellas a distancias cada vez mayores de forma que su luz tardaba en llegar a la Tierra millones de años. El debate sobre si la Vía Láctea era la única galaxia se decidió a principios ya del siglo XX con las observaciones de galaxias fuera de la nuestra a grandes distancias. El problema de su duración vino a complicarse con la propuesta en 1850 de Rudolf Clausius de la segunda ley de la termodinámica. De acuerdo con ella, el universo acabaría con su muerte térmica al llegar a un último estado de equilibrio térmico y por

lo tanto tampoco podía haber existido siempre. Esto llevó al debate si el universo tenía una duración ilimitada o no. De todas formas, la edad bíblica de la tierra de 6000 años, se había abandonado ya ante las propuestas de su duración mucho mayor, entre las primeras la de varios cientos de miles de años por Buffon y de millones años por geólogos como Charles Lyell y físicos como Lord Kelvin. Durante el siglo XIX, el universo newtoniano se consideraba como finito o infinito, estático o dinámico, ilimitado o limitado en su duración, sin observaciones ni argumentos decisivos que inclinasen la balanza hacia un lado o el otro.

## 7.2. El universo evolutivo

A principios del siglo XX la combinación de dos poderosos argumentos cambiaron definitivamente nuestra imagen del universo: nuevos desarrollos teóricos 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. En esta aplicación partió de las hipótesis de que el universo a gran escala es de densidad uniforme, e isótropo, es decir, sus características son las mismas en todas las direcciones, tiene una masa finita y una curvatura positiva. En consecuencia, el universo tiene el mismo aspecto visto por cualquier observador desde cualquier posición dentro de él, lo que se conoce como el “principio cosmológico”. Dado que la masa del universo es finita, también lo es su tamaño. Einstein abandonó el espacio infinito de la geometría de Euclides presente en el universo newtoniano y adoptó un espacio de curvatura positiva de la geometría de Bernhard Riemann. El tiempo absoluto de Newton también se modificó en una unión de espacio y tiempo. Para obtener una solución a sus ecuaciones, en las que el universo fuera estático, Einstein introdujo la llamada “constante cosmológica”,  $\Lambda$ , con un valor positivo. Más tarde, cuando se generalizó la idea del universo en expansión, Einstein diría que esta había sido su mayor equivocación. Sin embargo, esta constante, como veremos más adelante, sigue jugando un papel importante en los modelos actuales del universo. Las características del universo vienen dadas por su densidad  $10^{-30}$  g/cm<sup>3</sup>, su masa total  $10^{51}$  kg y su tamaño  $10^{23}$  km. A partir de esta fecha, todos los modelos del universo estarán basados en las ecuaciones de la relatividad general. El astrónomo holandés Willen De Sitter propuso el mismo año 1917 soluciones en las que el universo está desprovisto de materia, pero que se encuentra en continua expansión. Así como en el universo de Einstein hay materia sin movimiento en el de De Sitter hay movimiento sin materia.

Un paso importante se dio en 1922 cuando el joven matemático ruso Alexander Friedmann llegó a la conclusión que las soluciones más estables de las ecuaciones de la relatividad general, en las que  $\Lambda = 0$ , corresponden a un universo en expansión o en contracción. La idea del universo en expansión iba tomando fuerza. El eclesiástico y profesor de astronomía belga George Lemaître propuso, en 1927, soluciones que describen un universo en expansión. En 1931 proponía que si realmente el universo estaba en expansión se tiene que llegar a un tiempo en el pasado en que toda la materia estaba concentrada en unas pequeñas dimensiones, en lo que él llamó el “átomo primitivo” enormemente denso. Según Lemaître, el proceso de expansión habría comenzado con la explosión de este átomo primitivo. Las ideas sobre la expansión del universo fueron elaboradas y diseminadas por el astrónomo inglés Arthur Eddington. Una visión más física de la expansión del universo es la presentada por George Gamow en 1952 en la que propuso que el universo se encuentra en expansión a partir de la explosión de un átomo primitivo en el que estaba concentrada toda la materia lo que

habría sucedido hace 17000 millones de años. El origen del universo aparecía por primera vez con una fecha. El átomo primitivo estaba formado de las partículas elementales conocidas entonces, protones, neutrones y electrones, cuya síntesis posterior daba origen a los átomos de los distintos elementos. Gamow cayó en la cuenta pronto que solo los átomos de hidrógeno y helio se podían haber formado en los primeros momentos del universo primitivo, y que los átomos más pesados se tenían que haber formado en el interior de las estrellas, donde las condiciones de altas presiones y temperaturas hacen posible este proceso. Si el inicio de la expansión del universo se debió a una gran explosión del átomo primitivo, Gamow pensó que esta explosión debía haber dejado huellas en una radiación que aún ahora podría observarse. En efecto esta radiación se observó diez años más tarde.

La idea de que el universo estaba en expansión no satisfacía a todos. Podía pensarse que el asignar un origen al universo era relacionarlo con la idea cristiana de la creación. Hacia 1948, Hermann Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle, formados en la Universidad de Cambridge, propusieron un modelo de universo estacionario, es decir, en el que su densidad se mantiene constante a lo largo del tiempo. De esta forma se extendía el principio cosmológico a incluir que el universo tiene la misma apariencia visto en cualquier tiempo, al que llamaron el “principio cosmológico perfecto”. Como las observaciones astronómicas del movimiento de las galaxias, como veremos más adelante, ya habían indicado que actualmente el universo está en expansión, para mantener un estado estacionario de densidad constante es necesaria la creación de materia. Esta creación de materia tiene lugar a un ritmo extraordinariamente lento y los autores que proponían esta solución insistían en las ventajas del modelo estacionario. Como se verá más adelante el descubrimiento de la radiación cósmica de fondo en 1964 confirmó la existencia de la gran explosión inicial del universo y echó por tierra para siempre las teorías del universo estacionario. Resulta paradójico que Hoyle uno de los defensores del universo estacionario fuera el primero en utilizar el término “big-bang”, en tono jocoso, para referirse a esta explosión cósmica inicial.

### **7.3. Los descubrimientos de las observaciones astronómicas**

Las teorías científicas deben contrastarse con las observaciones. En la aceptación del universo evolutivo era necesario que las teorías tuvieran una verificación en las observaciones astronómicas. La primera indicación de que el universo no podía ser totalmente estático la proporcionó el descubrimiento de la evolución de las estrellas. El estudio espectroscópico de las estrellas aportó información sobre su composición y temperatura. Friedrich Zöllner en 1865 propuso que las estrellas empiezan como cuerpos muy calientes y luminosos y se van apagando a medida de que se enfrían. Otras propuestas proponían al contrario que empezaban como agrupaciones de polvo y gases fríos, que se van calentando para finalmente enfriarse. Henry Russell, director del Observatorio de Princeton propuso en 1913 la relación entre la luminosidad y la temperatura de las estrellas. La energía de las estrellas fue explicada adecuadamente por Hans Bethe, en 1939, como fruto de reacciones nucleares que empiezan con la fusión en su interior de átomos de hidrógeno para formar helio y más tarde otros átomos más pesados como el litio, carbono y hierro. Durante la mayor parte de su vida, una estrella se encuentra en lo que se llama la “secuencia principal” como una estrella blanca normal en la que su luminosidad aumenta con la temperatura. Cuando el suministro de hidrógeno empieza a escasear, la estrella aumenta de tamaño y se enfría para formar una “gigante roja”. En un estadio posterior la estrella puede convertirse en una “enana blanca” de pequeño tamaño y gran densidad o explotar en forma de una “supernova”

que brilla con gran intensidad por un tiempo. Finalmente queda el resto como una pequeña estrella de neutrones de gran densidad. Como propuso el astrónomo indio Chandrasekhar en 1935, el colapso gravitacional más dramático lleva a convertir la estrella en un “agujero negro”, una pequeña región de espacio con una masa y densidad tan alta que la luz no puede salir de él. Los agujeros negros son el último estadio de las cenizas de las estrellas muertas. Esta evolución estelar llevó a pensar que la duración del universo no podía ser ilimitada, pues toda la masa estelar se hubiera convertido ya en agujeros negros.

Más directamente asociado con la expansión del universo fue el descubrimiento por Edwin Hubble en el Observatorio de Monte Palomar en California del corrimiento hacia el rojo del espectro de la luz proveniente de galaxias lejanas. Este efecto es parecido al del sonido emitido por un cuerpo en movimiento que se escucha como más agudo o más grave de acuerdo con que la fuente del sonido se acerque o se aleje. En el caso de la luz proveniente de las galaxias esto indica que las galaxias se están alejando de nosotros y Hubble descubrió también que su velocidad es mayor a medida que están más lejos. La constante de proporcionalidad entre la velocidad con que se aleja la galaxia de nosotros y su distancia se conoce hoy como la constante de Hubble  $H$ . Actualmente esta constante tiene el valor de  $70 \text{ km/s-Mpc}$  (Mpc es Megaparsec o un millón de pársec, el pársec es una unidad de distancia astronómica igual a 3 años luz). De acuerdo con esta ley una galaxia a 30 millones de años luz se aleja de la tierra a una velocidad de  $700 \text{ km/s}$ . La relación descubierta por Hubble dejaba fuera de dudas que el universo se está actualmente expandiendo. Además proporcionaba la clave para calcular el tamaño del universo y su edad. Como, de acuerdo con la teoría especial de la relatividad, la velocidad límite es la de la luz, dividiendo este valor por el de  $H$  daría el límite del tamaño del universo con un valor de 18000 millones de años luz. Además del inverso de  $H$  podemos sacar la edad del universo con un valor actual de unos 15000 millones de años.

La situación de expansión del universo deducida del efecto anterior no era decisiva para probar el carácter evolutivo del universo pues como vimos se podía explicar también con el modelo de universo estacionario. 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 los Laboratorios Bell en Nueva Jersey en 1964. Mientras trabajaban con una antena direccional descubrieron la existencia de una radiación de longitud de onda de unos  $7 \text{ cm}$  y una temperatura efectiva de  $3.5$  grados Kelvin que provenía de todas las direcciones del espacio. Robert Dicke identificó esta radiación con los restos de la gran explosión que dio origen al universo, como ya lo había predicho Gamow. En realidad su origen no corresponde el momento mismo del big-bang o tiempo cero, sino al momento unos 300000 años más tarde, cuando la radiación se separa de la materia. Ya no había duda de que el universo había empezado a una enorme temperatura y se había ido enfriando al mismo tiempo que se expandía. Los modelos estáticos y estacionarios del universo quedaban descartados con estas observaciones.

La total isotropía y homogeneidad de la radiación cósmica de fondo preocupaba a los cosmólogos que no veían como se pudieron formar las agrupaciones de materia en las galaxias separadas por enormes espacios prácticamente vacíos. Las observaciones de satélite COBE en 1989, especialmente dedicado a ello, interpretadas por George Smoot descubrió con medidas muy exactas, que la radiación no era totalmente uniforme sino que existían pequeñas inhomogeneidades, con variaciones de la temperatura de una millonésima parte 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 en 2003 confirmó estos resultados y dio un mapa más exacto y detallado de las heterogeneidades de la radiación. No queda ya duda de que el modelo evolutivo del universo del big-bang está refrendado por las observaciones.

#### 7.4. 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. 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. La radiación (fotones) se propaga a la velocidad de la luz constante para todos los observadores (teoría especial de la relatividad). El principio cosmológico se cumple, siendo las propiedades del universo las mismas vistas desde cualquier observador situado en cualquier lugar del espacio. No se cumple el principio cosmológico perfecto, ya que al estar el universo en expansión su aspecto es distinto en cada tiempo. El universo es, por lo tanto, a gran escala, homogéneo e isótropo. 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 un mínima parte. La materia ordinaria o visible, sin embargo, solo 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. 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 valor positivo de la constante cosmológica  $\Lambda$ . Materia oscura y energía oscura, por lo tanto, forman el 96% de la masa total del universo. La interacción entre la materia se hace por las cuatro fuerzas fundamentales: gravitación, electromagnética, fuerza nuclear fuerte y fuerza débil.

Los modelos del universo vienen esencialmente determinados por los valores de tres constantes,  $H$  la constante de Hubble,  $\Omega_0$  el cociente entre la densidad de la materia del universo y su valor crítico y  $\Lambda$ , 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  $H = 70$  km/s/Mpc. Como el valor de la densidad de materia normal observada es de  $0.25$  átomos/m<sup>3</sup>, una veinteava parte del valor crítico que es de  $5$  átomos/m<sup>3</sup>, este modelo presupone la existencia de materia oscura, para compensar la carencia de materia normal. Contando la materia oscura la densidad se acercaría a la crítica.

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. Por debajo de estas dimensiones no se cumplen las leyes normales de la física y no podemos hoy saber nada de su comportamiento. Por lo tanto, nada podemos decir sobre las condiciones del universo anteriores al tiempo de Planck y mucho menos anteriores al big-bang. En los primeros modelos propuestos para el universo éste se expande continuamente con una tasa constante hasta el tiempo presente. 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” y en él, el universo puede haber evolucionado a partir de un tamaño infinitesimal. Durante este tiempo, la fuerza de expansión era mucho más rápida que lo es actualmente y más tarde ha decelerado. Para explicar esta fuerte aceleración de la expansión del universo se postula, como ya hemos mencionado, una cierta energía, llamada “energía oscura”, opuesta a la gravitación, que hace que el espacio mismo se expanda. En virtud de esta energía, el mismo espacio vacío tiende a expandirse, siendo frenado solo por la gravitación. A partir del final de la época inflacionaria el universo se ha ido expandiendo regularmente, hasta alcanzar el tamaño actual de un radio de  $10^{30}$  km, unos 15 mil millones de años más tarde.

Al mismo tiempo que el universo se ha ido expandiendo, su temperatura se ha ido enfriando desde una temperatura inicial de unos  $10^{30}$  °K (grados Kelvin). Hacia  $10^{-5}$  de segundo la temperatura había disminuido ya a  $10^{12}$  °K. La materia que hasta este momento estaba formada por una especie de sopa de las partículas más elementales, es decir, quarks y leptones, empieza a estar formada por bariones y mesones en los que quedan confinados los quarks (ver sec. 4.4). Hacia un segundo más tarde, los neutrinos se desacoplan de la materia y al primer minuto la temperatura ha bajado a unos  $10^8$  °K y se producen los primeros procesos de nucleosíntesis, con la formación de los primeros núcleos de los elementos más ligeros, hidrógeno (H), deuterio (D) y helio (He) (el núcleo de hidrógeno tiene un solo protón, el de deuterio o hidrógeno pesado un protón y un neutrón y el del helio dos protones y dos neutrones). Unos 1000 años más tarde, la densidad de la materia empieza a sobrepasar la de la radiación y después de 300000 años se produce el desacoplamiento total de la materia y la radiación, haciéndose el universo transparente a la luz. Al mismo tiempo se forman los primeros átomos neutros por la captación de los electrones libres por los núcleos atómicos. 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.

Se supone que en el universo primitivo existía tanto materia como antimateria en una proporción parecida. La antimateria está formada por antipartículas, núcleos de antiprotones (de carga negativa) y positrones, como los electrones pero de carga positiva. Para un tiempo anterior a  $10^{-6}$  segundos cuando la temperatura era mayor de  $10^{13}$ °K materia y antimateria, es decir, partículas y antipartículas se recombinaban continuamente. Partículas y antipartículas se aniquilaban formando radiación energía en

forma de protones y la energía producía un par de partícula y antipartícula. La existencia de una pequeña asimetría entre materia y antimateria hace que para un tiempo mayor de  $10^{-6}$  segundos, cuando la temperatura era menor de  $10^{13}$ °K, desaparecen las antipartículas y quedan solamente protones y neutrones, debido a su mayor abundancia que de las antipartículas (basta con que haya habido una en cada  $10^9$  partículas más que las correspondientes antipartículas). En un tiempo más tarde de un segundo a una temperatura de  $10^{10}$ °K se aniquilan todos los positrones quedan solo electrones libres que eran también un poco más abundantes. De esta forma desaparece del universo la antimateria. El por qué de esta pequeña asimetría a favor de la materia no queda del todo explicado, si no es por el hecho de la existencia actual solo de materia y la desaparición de la antimateria. Actualmente la proporción entre protones (materia) y fotones (energía) y es de uno a mil millones. Como los fotones han surgido de la aniquilación en la interacción entre partículas y antipartículas, esto indica que inicialmente la pequeña sobreabundancia de partículas sobre antipartículas era también de uno a mil millones. La nucleosíntesis primordial tiene lugar después de 3 minutos a una temperatura de  $10^9$ °K, y se forman los primeros núcleos de los átomos de H y He. La energía de enlace pequeña del deuterio permite que no todo el H se convierta en He. Actualmente la proporción entre hidrógeno y helio en el universo es de 75% H y 25% He. El H es el combustible de las estrellas en cuyo interior se combina primero He y después a grandes presiones y temperaturas los núcleos más pesados (por ejemplo, tres núcleos de helio forman uno de carbono).

El desacoplamiento de materia y energía tuvo lugar después de unos 300000 años, cuando la temperatura se había enfriado por debajo de  $10^4$ °K. En esta época los núcleos (H y He) capturan electrones libres y forman átomos neutros. Debido a la baja temperatura, los fotones no tienen ya energía suficiente para dissociar los átomos y dejan de interactuar con la materia y viajan por el espacio vacío. Esta radiación es la que nos llega hoy enfriada a 2.7 °K como la radiación cósmica de fondo. Sus inhomogeneidades como ya vimos son las semillas de las estructuras cósmicas (galaxias y cúmulos) que se forman por atracción gravitacional. La existencia de materia oscura es necesaria para crear los potenciales gravitatorios para condensar la materia ordinaria en las galaxias en el tiempo necesario para la evolución de la vida, que sin ella habría tardado muchísimo más.

## 7.5 Cuestiones cosmológicas

El rápido desarrollo de la cosmología en los últimos años ha llevado a plantear múltiples cuestiones respecto a las condiciones y origen del universo, que a veces están en la frontera entre la ciencia y la filosofía. Una de ellas es el llamado “principio antrópico”, propuesto en 1974 por Brandon Carter, quien consideró las condiciones que hacen posible la vida inteligente sobre la Tierra y llegó a la conclusión que el universo debe tener aquellas propiedades que permiten el desarrollo de la vida en él, en algún momento de su historia. Así hizo notar que si el universo hubiera sido distinto en tamaño, edad y naturaleza, la vida inteligente del hombre no hubiera sido posible tal como lo es hoy. Este hecho, la existencia actual de vida inteligente sobre la Tierra, impone condiciones muy precisas sobre muchas propiedades y constantes del universo. Por ejemplo, el cociente entre la fuerza de gravitación y la de la expansión, entre las fuerzas nuclear, gravitacional y electromagnética, solo pueden tener valores dentro de unos márgenes muy precisos. Por ejemplo, si el universo se hubiera expandido más lentamente de lo que lo ha hecho, este hubiera colapsado, sin haber dado tiempo a que se formaran las galaxias o se desarrollara la vida. Si, al contrario, lo hubiera hecho más

deprisa, no se hubieran formado nunca las galaxias, y el universo estaría formado solo de átomos de hidrógeno y helio que se habrían expandido indefinidamente.

El astrofísico inglés Martin J. Rees ha resumido esta situación en lo que ha llamado los “seis números mágicos de la física”<sup>4</sup>. Estos son: 1) La proporción entre la fuerza electromagnética y la gravitatoria ( $10^{36}$  veces mayor). Si fuera menor y la fuerza gravitatoria fuera mayor, las estrellas habrían evolucionado muy rápidamente sin dar lugar a la evolución de la vida. 2) La eficiencia de la fuerza nuclear fuerte (0.008). Si fuera mayor los protones y neutrones se combinarían demasiado rápido, si menor no se combinarían. Ambas cosas harían imposible la formación de las estrellas. 3) La densidad cósmica de la materia (visible y oscura,  $2 \text{ átomos/m}^3$ ) similar a la crítica ( $5 \text{ átomos/m}^3$ ). Si fuera mayor el universo colapsaría antes de dar tiempo al desarrollo de la vida. Si fuera menor se expandiría muy rápidamente y no se formarían estrellas. 4) Las dimensiones de las inhomogeneidades de la radiación cósmica de fondo (una parte en  $10^5$ ) es la correcta para la formación de cúmulos, galaxias, estrellas y planetas. 5) La constante cosmológica  $\Lambda$  es muy pequeña o cero. Su valor determina el futuro del universo, si fuera un valor positivo grande la expansión del universo se aceleraría rápidamente sin dar tiempo a formarse agrupación de materia en las galaxias. 6) Las dimensiones del espacio que son tres más una del tiempo. Si las dimensiones fueran menos o más, las leyes de la física serían distintas a las que conocemos.

A la simple constatación de esta situación, que se puede formular diciendo: dado que nosotros existimos, las cosas han debido de ser como han sido, es decir, han de ser compatibles con este hecho, se le conoce como el “principio antrópico débil”. Para muchos este principio no pasa de ser una tautología y no posee ningún valor explicativo. Sin embargo, queda sin explicar por que el margen de los valores de de las constantes físicas es tan estrecho, de forma que una variación muy pequeña hubiera hecho imposible la vida como la conocemos. Otra formulación del principio, a la que se le da el nombre de “principio antrópico fuerte”, implica una cierta finalidad o diseño en el universo, que estaría orientado desde su origen para la producción de la vida inteligente. Esta formulación se escapa del campo de la física y es vista a veces con cierta sospecha. Nos encontramos aquí con cuestiones que en realidad escapan el terreno estricto de la ciencia y se adentran en el de la filosofía y aun de la teología.

Una cuestión relacionada de alguna manera con la anterior es la propuesta de la existencia de una pluralidad de universos. El argumento, propuesto entre otros por J. Leslie en 1989, es que, si nuestro universo es el único existente, la probabilidad de que tenga estas condiciones tan estrictas como hemos visto son las necesarias para la aparición de la vida inteligente, es muy pequeña, pero si existen muchos universos, la probabilidad de que uno de ellos, el nuestro, las tenga es mayor. Esto le lleva, desde el punto de vista puramente estadístico, a postular la existencia de un número grande (infinito si se quiere) de universos. Nuestro universo sería así uno de los muchos universos existentes que, por azar, tiene las condiciones necesarias para el desarrollo en él de la vida inteligente. El argumento es análogo al de las condiciones de la tierra favorables para la vida mientras en otros muchos planetas no lo son. Para el conjunto de los posibles universos existentes se ha acuñado el término “multiverso”. Algunos autores proponen una evolución en los universos, naciendo unos a partir de otros. En este proceso se daría una evolución en la que los universos se irían haciendo cada vez más propicios a la vida y teniendo características más parecidas a las del nuestro, aunque no se explica bien por que los universos deben de evolucionar en este sentido.

El problema con la pluralidad de los universos, como lo plantea George Ellis, es que, si los otros universos están físicamente conectados con el nuestro, son en realidad parte de él. Si no lo están, no podemos interactuar con ellos, no son observables y, por lo

tanto, carecen de un sólido estatus científico o explanatorio<sup>5</sup>. Cada universo está contenido en su espacio-tiempo propio y no puede observar nada fuera de él. Se puede dudar de hasta que punto se puede considerar como científica una proposición que no puede ser ni verificada, ni falseada experimentalmente. Los que defienden la idea de los múltiples universos, lo hacen invocando el poder explicativo de la idea, que aunque no sea verificable directamente, puede llegar a serlo indirectamente. Bernard Carr concluye que la idea del multiverso implica una nueva perspectiva en las ciencias naturales a la que tendremos que acostumbrarnos<sup>6</sup>. Nos adentramos aquí en un terreno un tanto confuso que parece pertenecer más a la filosofía que a la ciencia. De todas formas, como se ha visto a lo largo de la historia la frontera entre filosofía y ciencia nunca ha estado muy clara. De alguna manera, el carácter único del objeto de la cosmología, nuestro universo concreto con sus condiciones iniciales fijas, hace de la cosmología una ciencia particular. Se diferencia de otras disciplinas de la física que también estudian las condiciones de objetos concretos, como la geofísica que estudia la Tierra, en que estas se pueden comparar con las de otros planetas, mientras que la cosmología no puede comparar las condiciones de nuestro universo con las de otros universos, que por definición no son observables desde el nuestro. Ampliar el objeto científico a lo no observable puede parecer peligroso para la ciencia misma. El único criterio que quedaría sería el mantenerse en el ámbito de lo natural, lo que puede parecer un tanto convencional y poco claro.

## **7.6. Relación entre el mundo y la divinidad - tradiciones orientales**

Después de ver como han ido cambiando a lo largo de la historia las concepciones que el hombre ha tenido de la naturaleza y origen del universo y la imagen que nos da de ellas la ciencia actual, debemos considerar como se relacionan con lo que las religiones nos dicen sobre el mismo tema. El problema tiene que ver con las relaciones que se establecen entre el mundo y la divinidad en cada pensamiento religioso. Como vimos en el capítulo 1, las tradiciones orientales participan de un cierto panteísmo e immanentismo en el que la separación entre el mundo y la divinidad queda difuminada en una concepción en la que la última realidad es unitaria.

El Induismo, como ya vimos, está formado por un conjunto de tradiciones de muy diversa índole por lo que es difícil reducirlo a un esquema simple. En su base está la idea de una última realidad llamada Brama, infinita, eterna e inmanente que es la causa, y fundamento último de todo lo que existe. Se puede decir que el universo emana de Brama y que es parte de él, de forma que él está en todo y todo en él. El es además el alma o conciencia (*atman*) de todo ser vivo. No hay una separación real, por lo tanto, entre las cosas y la divinidad ya que todo está incluido en Brahma. En los textos védicos hay relatos mitológicos de la creación del universo en los que intervienen diversos dioses que son, en realidad, manifestaciones o avatares del único Brahma. En los textos antiguos el universo está formado por los cielos, la atmósfera y la tierra, o en los cielos, la tierra y el mundo subterráneo. La concepción del tiempo tiene una importancia especial y se considera como una ilimitada repetición de ciclos (años) en los que el universo se destruye y se regenera. Estos ciclos están formados por periodos largos de tiempo o *yugas* que equivalen a 4000 años divinos y otros aun de más duración, *mahayugas* equivalentes a 12000 años divinos. Los años divinos duran 360 años humanos. El conjunto de 12000 *mahayugas* forma un día en la vida de Brahma que dura 100 años formados por 360 de estos días. Al final de una vida de Brahma se destruye el universo y un nuevo universo vuelve a nacer lo que continúa en una sucesión ilimitada.

En las elaboraciones teológicas posteriores Brahma o Dios es visto con un sentido más personal. Como no se acepta una verdadera creación, Brahma se concibe como la sola causa de sus propias modificaciones, es decir, la emanación, existencia y absorción de todo el universo. El universo es considerado como una transformación real de Brahma, cuyo “cuerpo” es a veces concebido como el conjunto a la vez de todas las conciencias (*atman*) y de todo lo demás existente, el mundo de la experiencia (*maya*). Las manifestaciones o avatares de Dios toman también un carácter personal, como Siva al que se asocia con la función creativa y Vishnú que rige su desarrollo y destrucción. El carácter unitario del pensamiento induísta que concibe en Brahma la unidad indivisible de toda la realidad se mantiene a pesar de las múltiples apariencias y avatares de sus muchas divinidades. Esta visión unitaria de toda la realidad presente ya en los Vedas y desarrollada más tarde en los Upanishads fue la que fascinó a Edwin Schrödinger y que el relacionó con la unidad de su formulación de la mecánica ondulatoria cuántica.

La cosmología presente en el budismo es también difícil de resumir. El énfasis en la iluminación interior aleja aún más al budismo del interés por el universo físico. Tanto en extensión como en duración se trata también aquí de un universo infinito, sometido a un número ilimitado de ciclos de nacimiento, desarrollo, muerte. En él se pueden distinguir el mundo sensible, que podría corresponder con el universo físico, el mundo material y el mundo inmaterial, pero estos dos últimos se pueden considerar como referidos más bien a estados mentales. Según algunas interpretaciones la totalidad del universo se presenta en entidades formadas por capas o planos de los que se piensa existen un número diverso. En ellas habitan los *devas* (dioses), semidioses, humanos, animales, almas en pena y demonios. Todas ellas están regidas por la ley natural del *karma* o acción, que tiene tanto carácter físico como moral. Muchos interpretan las imágenes de esta cosmología solo con un carácter alegórico y no se pueden relacionar con el universo físico.

En la tercera gran tradición oriental, el taoísmo chino, la consideración del universo y sus leyes tiene una gran importancia, tanto en sí misma como en su relación con el comportamiento del hombre tanto como individuo como de su agrupación social. El fundamento de toda realidad está en la idea del Tao que en sí es imperceptible e indescriptible, incluye en sí el ser y el no-ser y contiene todas las formas, entidades y fuerzas del universo. De él surgen el cielo y la tierra, es decir, el conjunto de todo lo que existe. El universo se concibe como una entidad organizada jerárquicamente de forma que cada parte incluye el todo. Así, por ejemplo, el hombre es un microcosmos que corresponde al macrocosmos del universo. Entre el hombre y el universo existe una serie de correspondencias y participaciones lo que lleva a que los ritmos de la naturaleza y el universo sean importantes para la vida humana, tanto individual como colectiva de la sociedad y el estado. Bajo la acción del Tao, el caos inicial en que se encuentra el universo se estructura de acuerdo con las energías cósmicas de los contrarios, Ying y Yang (luz-tinieblas, tierra-cielo, masculino-femenino, etc.). El caos inicial se describe como un aliento primordial todavía no diferenciado en las fases descritas por Ying y Yang. La ley del Tao, que rige el orden natural se refiere a un movimiento cíclico en el que todo vuelve a su punto de partida, del no-ser al ser, para volver al no ser. Este movimiento se aplica tanto al universo en su conjunto como a los individuos y sociedades. El ritmo de vida y muerte es una constante universal y debe ser contemplado desde la perspectiva de un eterno retorno. Nada por lo tanto es estático, todo está en perpetuo movimiento. Pero por debajo de este eterno movimiento y multiplicidad se encuentra la permanente e incambiable unidad del Tao.

En las concepciones cosmológicas orientales, que hemos brevemente resumido, se encuentra la idea de un universo eterno, cíclico que últimamente tiene su fundamento en

un último principio omnipresente e incognoscible, más allá del ser y no-ser, bien Brahma o Tao, con el que finalmente se identifica. No hay un verdadero concepto de creación, sino que el universo mismo es como una extensión de lo que podemos considerar como el ámbito de lo divino y no distinto de él. Las ideas de la unidad y el cambio ocupan un papel importante que el universo es a la vez eternamente cambiante y el mismo, que nace, se desarrolla, muere y vuelve a nacer y que no es realmente distinto del principio divino con el que se identifica y cuyos avatares se manifiestan en la naturaleza. Curiosamente algunas elucubraciones, basadas en concepciones modernas del universo, en las que se unen lo más pequeño y lo más grande, lo más simple y lo más complejo, la multiplicidad y la unidad en una entidad eterna e ilimitada en indefinidos ciclos de expansión y contracción, reflejan algunas ideas que hemos visto presentes en las concepciones orientales.

### **7.7. El mundo creado: tradición judeo-cristiana**

En la religión del antiguo pueblo judío encontramos una novedad respecto a las concepciones de las tradiciones orientales que hemos visto resumidas brevemente. Esta consiste en la concepción absolutamente monoteísta y trascendente de un solo Dios que se revela en la historia y que es el creador del cielo y la tierra, es decir, de todo lo que existe. El pueblo judío elabora esta concepción de Dios y del mundo en sus escritos contenidos en los diversos libros de la Biblia. Estos escritos aceptados en la Biblia cristiana son la base de una elaboración posterior de acuerdo con la fe cristiana. Ellos sirven también de base a la concepción de Dios creador del Islam. Aquí solo podemos dar una visión muy resumida de lo que forma la teología cristiana de la creación<sup>7</sup>. Su importancia es grande ya que como vimos en el capítulo 5, la ciencia moderna nace en el contexto cristiano de occidente y en ella influyó la concepción de mundo como distinto de Dios y creado por él.

El primer libro de la Biblia, el Génesis, empieza con un relato sobre la creación en el capítulo 1, al que sigue otro distinto en los capítulos 2 y 3. En realidad el relato del capítulo 2 es anterior en composición. Pertenece a la que se denomina la tradición Yahvista y su composición se remonta a los siglos VIII y IX a. C. El capítulo 1 es una elaboración posterior, de la llamada tradición sacerdotal, compuesto después del exilio del pueblo Judío en Babilonia hacia el siglo V a.C. El primer capítulo comienza con la afirmación absoluta “En el principio creó Dios el cielo y la tierra”, es decir, todo lo que existe, a la que sigue una descripción del orden en el que fueron creadas las cosas siguiendo el esquema de los días de la semana de forma que toda la creación se completa en seis días y el séptimo día “Dios descansó”. El verbo utilizado en hebreo para la acción de Dios es “*bara*” una palabra solo usada para expresar la creación. El relato utiliza un doble modo en la acción de Dios, la palabra “y dijo Dios” y la acción “hizo Dios”. En estos dos términos se refleja la idea de una acción libre de Dios que crea una realidad separada de él. En el relato aparece también la idea de la “separación”, de la luz y las tinieblas, el mar y la tierra, lo que indica el orden que Dios va instituyendo en la creación y el dar nombre a lo que crea, “y llamó Dios”, indicando el total dominio sobre lo creado. A diferencia de las cosmología de los antiguos países del oriente medio la naturaleza no tiene carácter divino, y el sol y la luna no son más que luminarias al servicio del hombre para iluminar y marcar las fiestas. El mundo creado es, por lo tanto, un mundo secular, profano, separado del ámbito de lo sagrado. En esto la tradición Judía, que se continuará en la cristiana y el Islam, se aparta de las tradiciones orientales, en las que como vimos no hay verdadera separación entre mundo

y divinidad. Después de cada creación se añade el comentario “y vio Dios que era bueno”, con lo que se afirma la bondad de todo lo creado y se niega todo dualismo, presente también en el ambiente cultural del medio oriente. Al final crea al hombre “a su imagen” (lo veremos con detalle en el capítulo 9) y le entrega el dominio de todo lo creado. Hay que precisar que todavía no hay una idea clara de la creación de la nada que tardará en desarrollarse y aquí aparece la presencia de un caos inicial o abismo, presente en las cosmogonías mesopotámicas que influyeron en el autor judío. Una de las primeras indicaciones de la creación de la nada, aparece en el libro tardío de los Macabeos (s. I a.C.), “a partir de la nada lo hizo Dios” (2Mac 7,28). El segundo relato del Génesis se centra en la creación del hombre y el origen del mal y lo veremos en el capítulo 9. .

El pueblo judío había experimentado primordialmente a Dios como salvador, en particular en la gesta del Éxodo, en la que es liberado de la esclavitud de Egipto y llevado a ocupar la tierra de Palestina hacia el siglo XIII a. C. La relación del pueblo de Israel con el Dios salvador se formaliza en la Alianza que se establece entre los dos en la que el favor de Dios se vincula a la observancia de sus preceptos. Este Dios concebido como salvador es afirmado también como el creador del cielo y la tierra y por lo tanto el único Dios. Así se le recuerda solemnemente al pueblo: “Escucha Israel, Yahvé es nuestro Dios, solo Yahvé” (Deut 6, 4). Además de en el libro del Génesis la idea de Dios creador aparece en varios de los Salmos, como el Salmo 8 y el 104. En los libros sapienciales hay una elaboración posterior de la creación en la que aparece como un elemento nuevo la presencia de la sabiduría divina como una intermediaria de la creación. En los textos más antiguos de los Proverbios (s. VII-V a. C.) la Sabiduría, aparece presente en la creación: “cuando asentó los cielos, allí estaba yo (Prov 8, 27). En los libros sapienciales más recientes como el Eclesiástico (s. II a.C) aparece la relación entre la sabiduría y la creación: “Por las palabras del Señor fueron hechas sus obras... las grandezas de su sabiduría las puso en orden” (Ecles 42,15.21) y en el libro de la Sabiduría (s. I a.C.), “¿Quién sino la sabiduría es el artífice del universo?... Pero tu todo lo dispusiste con medida, número y peso” ( Sab 8, 6; 11, 20). El mismo libro plantea el problema de los que al estudiar el universo y reconocer su belleza, poder y eficacia, no reconocen en él a su autor: “Si lograron saber tanto ¿Cómo no llegaron a descubrir a su Señor? (Sab 13,1-9). La idea de Dios creador está también presente en los libros de los profetas, donde se insiste en que el Dios redentor, que salva al pueblo de Israel, es el Dios creador del universo. En ellos se desarrolla la idea de que el Dios de la gracia lo es también de la naturaleza, por ejemplo en el profeta Isaías “así dice el Señor tu redentor... yo lo he hecho todo” (Is 44, 24).

La tradición cristiana da por supuesta la doctrina de la creación en los escritos de los evangelios en los que Dios aparece como “el Señor del cielo y la tierra” (Mt 11,25). Una mayor elaboración se encuentra en las cartas de San Pablo (escritas entre los años 50-70). En ellas aparece Jesucristo como el mediador de la creación, por ejemplo en la carta a los Colosenses: “por él (Cristo) fue creado todo en el cielo y en la tierra” (Col 1, 15-20), lo que entronca con las ideas de Proverbios y Sabiduría sobre la Sabiduría divina. El papel de Cristo en la creación aparece en otros textos en los que se da un paso más y se afirma que “todo ha sido creado por él y para él” y “todo tiene en él su consistencia” (Col 1,16.17). Para Pablo, Jesucristo es la “sabiduría de Dios” (1 Cor 1,24) y la “imagen de Dios” (Col 1,15). En el himno de la carta a los Efesios aparece claramente el papel central de Cristo en el plan eterno de Dios sobre la creación en el que Jesucristo no solo es el mediador, sino también el fin de toda la creación (Ef 1,3-14). Su doctrina queda resumida en la formulación: “Un solo Dios Padre, de quien proceden de todas las cosas... y un solo Señor Jesucristo por quien todas las cosas existen” (1Cor 8,6). Esta doctrina aparece aún más explícita en el prólogo del evangelio

de San Juan (finales del s. I). Como el primer libro del Génesis, el prólogo empieza con las palabras “En el principio”. El término griego utilizado (*en arje'*) es el mismo utilizado en la traducción griega del Génesis, lo que acentúa el paralelismo de los dos textos. Pero aquí no se refiere al principio de la creación, sino al de una eternidad atemporal desde la que existe la Palabra de Dios. La Palabra, en griego *logos*, está señalando a la sabiduría de los libros sapienciales y al logos de la tradición filosófica griega. La Palabra es aquí también la mediadora de la creación: “Todas las cosas fueron hechas por medio de ella y sin ella nada se hizo de cuanto ha sido hecho” (Jn 1,3). Juan afirma categóricamente que esa Palabra se ha hecho hombre y ha venido a habitar entre nosotros, esa Palabra es Jesucristo. Con esto se vuelve a afirmar el papel mediador de Jesucristo en la creación, lo mismo que en los textos de San Pablo.

Como vimos en el capítulo 5, en la confrontación de los primeros autores cristianos con la filosofía y la ciencia griegas, el tema de la creación jugó un papel fundamental. De las dos tradiciones principales del pensamiento griego: la platónica y la aristotélica, los primeros autores cristianos se inclinaron por la platónica, ya que en ella hay una ordenación del cosmos por un agente divino (el demiurgo), mientras en la aristotélica se propone por el contrario que el universo es eterno, increado y necesario. Aunque en el pensamiento platónico no hay una verdadera creación, sino una ordenación de una materia informe preexistente de acuerdo con el mundo de las ideas eternas, esta concepción podía adaptarse a los intereses de los autores cristianos. Justino (s. II) es de los primeros en tratar de armonizar el pensamiento platónico y la doctrina cristiana de la creación. Como todos los autores posteriores, Justino insiste que solo Dios es eterno e infinito y el mundo es temporal y finito. La materia misma es también creada y Jesucristo es el Logos mediador en la creación. Ireneo (finales del s. II), en refutación de las corrientes gnósticas, presenta la creación como libre y contingente, no una emanación necesaria de Dios. Rechaza también el dualismo materia-espíritu, en el que el mal es inherente a la materia, de la que el espíritu debe purificarse a través del conocimiento para salvarse. Para Ireneo el mal no es inherente a la materia, que ha sido creada y es buena como toda la creación. Los comentarios al Génesis de San Basilio y San Agustín que ya vimos (Sec. 5.3), formulan la doctrina cristiana de la creación sobre la que se basarán los autores del siglos posteriores.

El Islam recoge la doctrina de la creación del Génesis sin más elaboración, lo mismo que un absoluto monoteísmo. La referencia más directa dice “vuestro Señor es Dios, que ha creado los cielos y la tierra en seis días” (Corán, sura 7, 54 y 40, 62-68). La creación está vista desde el punto de vista de la dependencia de todas las cosas de Dios a quien todo pertenece. El creyente es llamado a la sumisión a Dios y a maravillarse ante la hermosura de la naturaleza que él ha creado<sup>8</sup>.

## 7.8. Creación y cosmología moderna

Como hemos visto la doctrina de la creación afirma la total dependencia de Dios del universo para su ser o existir y establece una radical separación entre la divinidad y el mundo. La acción creadora de Dios no puede, por lo tanto, 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 del modelo cosmológico que se utilice para describir la naturaleza del mundo. Sin embargo, a lo largo de la historia, desde su primera formulación por el antiguo pueblo de Israel, la creación se ido expresando en término de los modelos cosmológicos de cada época.

Tenemos que recordar, como ya hemos repetido varias veces, que el conocimiento científico no es el único acceso a la realidad, sino que hay otros tipos de conocimiento sobre la realidad como el filosófico, estético y religioso, que nos descubren aspectos de la realidad no incluidos en el conocimiento científico. De esta forma, la fe en Dios creador no se basa 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 y su sentido. 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 que ya se ha mencionado 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? La respuesta del físico Steven Weinberg, ya citada, de que cuando más se conoce el universo más sin sentido le parece, no puede satisfacer a todos. 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 le rigen y aún cual ha sido su origen físico, pero no entra en la cuestión del sentido ni de la razón de su existir. Para Thierry Magnin este problema es el que siempre se le escapa a la ciencia y sobre el cual tenemos todo el derecho a hacernos preguntas<sup>9</sup>. 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. La intuición de San Agustín en el s. V, de que el tiempo había sido creado junto con el mundo y que no había un tiempo anterior a la creación, se acerca a la idea de la cosmología moderna de la existencia de un origen del tiempo para nuestro universo. Aunque no faltan elucubraciones sobre estadios y tiempos anteriores al momento del big-bang de nuestro universo, estos no tienen ninguna base experimental. Ya hemos visto cómo no podemos hacer afirmaciones científicas con base empírica sobre las condiciones anteriores al big-bang. Algunos autores proponen que algunas características de nuestro universo son heredadas de un universo anterior, a partir del cual el nuestro se ha originado, pero esto no deja de ser una pura elucubración.

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 fuerza. Cuando los cosmólogos hablan de que el big-bang fue originado por una fluctuación del vacío físico está 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. Este concepto es difícil de comprender y el paso de la nada absoluta al ser tardó en plantearse. En muchas tradiciones antiguas la divinidad crea a partir de una materia informe preexistente a la cual ordena. Como ya vimos esta idea está presente en el pensamiento platónico y de alguna manera se encuentra también en el relato del Génesis que habla de un caos o abismo inicial. Esta dificultad llevó a Epicuro a afirmar de que de la nada no puede originarse nada y por lo tanto los átomos debían de ser eternos. Aristóteles, que aceptaba la idea de un Dios fuente de todo movimiento, sin embargo, afirmaba que el mundo también era eterno. La disyuntiva sigue estando presente, si no se acepta la idea de un Dios creador, que es eterno, el mundo mismo tiene que serlo. La única alternativa a la creación es la eternidad misma del universo. Ante esta disyuntiva Harrison concluye que Dios y el Universo (los dos con mayúsculas) se identifican entre sí como lo que es “todo e inconcebible” y dios y el universo (con minúsculas) son nuestras imágenes y máscaras

concebibles de lo que en sí mismo es inconcebible<sup>10</sup>. No podemos menos de encontrar aquí de alguna manera un reflejo de las tradiciones religiosas orientales en las que mundo y divinidad se identifican en una concepción monista de la realidad en la que su último fundamento es incognoscible.

Como ya se ha dicho, Dios no se puede concebir como una causa física al mismo nivel de otras causas físicas. Por esto tiene poco sentido que Hawking diga que si al principio no hubo ninguna singularidad, si el universo es realmente autocontenido, no tendría ni principio ni final, simplemente sería y entonces ¿qué lugar queda para un creador?<sup>11</sup> Precisamente, por que el universo es, necesita de un creador. 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<sup>12</sup>. Meterse a buscar a Dios creador como una hipótesis física para explicar el universo es entrar en un camino sin solución<sup>13</sup>. Otro problema que se suele plantear es el de la relación del acto de la creación y el tiempo. Debemos de 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. Continua vista desde nuestra dimensión temporal, pero no desde la atemporalidad de Dios. Tenemos que rechazar la idea común entre el pensamiento deísta de que Dios creó solo en el primer instante y luego el mundo ha evolucionado por sí mismo de acuerdo con las leyes que Dios le ha dado. A nosotros que vivimos vinculados al tiempo nos es difícil concebir que significa estar fuera del tiempo, pero no podemos concebir la acción de Dios con categorías temporales. No faltan, sin embargo, algunos autores que proponen una cierta temporalidad en Dios. Los que se adhieren a la filosofía del proceso consideran que Dios mismo evoluciona de alguna manera en el tiempo juntamente con el universo mismo<sup>14</sup>. No podemos entrar en este problema y preferimos mantener, aunque sea difícil comprenderla, la atemporalidad de Dios.

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 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. Siempre hablará de causas dentro del ámbito físico lo que presupone ya la existencia de ese ámbito. 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. Debemos tener cuidado en no mezclar los dos niveles de conocimiento. La ciencia solo llega a un primer momento que además le queda oculto por la barrera del tiempo y tamaño de Planck, por debajo de las cuales no son válidas las leyes que conocemos de la física. Hay propuestas dentro de la ciencia de que ocurrió en ese primer momento tales como que todo surgió de una fluctuación del vacío cuántico. Pero el vacío cuántico no es la nada y la pregunta sobre la existencia de ese vacío sigue en pie. También nos podemos preguntar por qué ese vacío cuántico dio origen a este universo con las características físicas concretas que tiene.

Hemos visto como las características tan especiales que se requieren para que un universo tenga vida inteligente ha dado origen al llamado principio antrópico. Una interpretación fuerte de este principio ha dado origen a la corriente del diseño inteligente (sec. 3.9) que como ya vimos no puede lícitamente introducir al “diseñador inteligente” como explicación científica de ciertos elementos todavía no claros en la evolución de la vida. Desde el nivel mismo de la ciencia no es válido hacerse preguntas que implican finalidad, como las incluidas en la idea del diseño. Estas son preguntas que pertenecen al pensamiento filosófico o teológico. Negar la posibilidad de hacerse este tipo de preguntas para las que la ciencia no tiene respuesta no está justificado. Sin embargo, está muchas veces implícitamente presupuesto que todo conocimiento ha de conformarse con el científico, por lo que se niega toda validez a una reflexión ulterior filosófica o teológica que trata de la finalidad o diseño del universo. El pretender que los mecanismos del azar y la adaptación excluyen este tipo de explicación es quedarse al nivel fiscalista de la ciencia, excluyendo otros planteamientos que pregunten por la existencia y sentido del proceso mismo evolutivo. Por ejemplo, las preguntas que se hace Paul Davies: ¿ha sido diseñado el universo por un creador inteligente? Y ¿es necesario un diseñador?, no pueden ser respondidas desde la ciencia. Para Davies ellas suscitan nuevas preguntas en las que el autor se queda detenido, después de no aceptar las respuestas que el mismo considera no concluyentes<sup>15</sup>.

A veces se presenta la hipótesis de la existencia de muchos universos como una alternativa a la creación y una última explicación de la peculiaridad de nuestro universo. Ya hemos visto las dificultades que esta propuesta crea dentro mismo del campo de la ciencia, al no ser ni verificable ni falseable por ningún tipo de observación. Sin embargo, esta hipótesis sigue planteándose dentro del campo de la ciencia y es ahí donde debe discutirse. Por lo tanto, no supone ninguna dificultad al nivel de la existencia ontológica en el que se plantea el problema de la creación. En el siglo XVI, Giordano Bruno, acusado de defender la existencia de muchos mundos, lo que se consideraba una opinión herética, se defendía diciendo que Dios podía haber creado más de un universo y que esto era más congruente con su omnipotencia que el haber creado uno solo. Pero aún en la Edad Media algunos autores planteaban la cuestión de si Dios podía haber creado más de un universo al discutir la potencia absoluta de Dios. Curiosamente la respuesta que se daba era que lo podría haber hecho, pero que de hecho había creado uno solo. La validez de la propuesta de la existencia de muchos y aun 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.

Aunque la fe en la creación no depende de los modelos cosmológicos que presenta la ciencia, estos modelos deben ser tenidos en cuenta en la expresión de dicha fe. A lo largo de la historia, como ya hemos visto, los teólogos cristianos expresaron su fe en la creación teniendo en cuenta los modelos cosmológicos de que disponían en cada época. Hoy la ciencia nos presenta una imagen del mundo con un origen y una evolución que está sólidamente basada en las teorías físicas y las observaciones astronómicas. De acuerdo con esta visión, el universo, por lo tanto, es creado por Dios a través de un proceso que en 15000 millones de años ha dado como resultado el mundo que hoy conocemos. Este proceso implica una evolución en la que los sistemas materiales han pasado a lo largo del tiempo de sus formas más simples en los primeros momentos a las más complejas, de las partículas elementales a los átomos, de ahí a las moléculas hasta la aparición de los seres vivos y dentro de ellos al hombre, como veremos en los capítulos siguientes. Este camino de una menor a una mayor complejidad a lo largo del

tiempo nos indica la forma en la que hoy pensamos que ha tenido lugar la creación. Durante ese proceso el universo se ha ido expandiendo aumentando de tamaño y enfriándose desde unas enormes temperaturas iniciales a las que materia y energía aparecían unidas. Por otro lado, la investigación de la naturaleza de la materia a sus niveles más elementales nos ha descubierto los asombrosos fenómenos cuánticos que solo permiten expresarse en términos probabilísticos. Podemos preguntarnos qué nos puede decir sobre la creación esta visión que nos presenta la ciencia actual. Lo que no podemos es ignorarla cuando queremos hablar de la acción creadora de Dios.

## Notas

1. Helge S. Kragh, 2006. *Conceptions of Cosmos. From myths to the accelerating universe: a history of cosmology*. Oxford: Oxford University Press.
2. Edward Harrison, 2003. *Masks of the Universe. Changing ideas on the nature of the cosmos*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Existen muchos libros a nivel divulgativo sobre nuestro conocimiento del universo, por ejemplo, Carole Stott, 1991, *Images of the Universe*. Cambridge: Cambridge University Press; Joseph Silk, 1994. *A short history of the universe*. Nueva York: Scientific American. Martin Rees, 1999. *Antes del Principio. El cosmos y otros universos*. Barcelona: Tusquets; Seymour Simon, 2006. *The Universe*. Toronto: Harper Collin.
4. Martin Rees, 2000. *Just six numbers. The deep forces that shape the universe*. Nueva York: Basic Books
5. Bernard Carr and George Ellis, 2008. Universe or multiverse? *Astronomy and Geophysics*, 49, 2, 29-37
6. B. Carr, Defending the multiverse. En Carr y Ellis (2008).
7. Juan L. Ruiz de la Peña, 1992. *Teología de la creación*. Santander: Sal Térrea
8. Jacques Jomier, 1966. *Biblia y Corán*. Madrid : Razón y Fe.
9. Thierry Magnin, 1998. *Entre science et religion. Quête de sens dans le monde présent*. Monaco : Rocher. Claude Tresmontant, 1985. *L'histoire de l'Univers et le sens de la création*. Paris :O.E.I.L..
10. Harrison (2003) 289-304.
11. Stepehn W. Hawking, 1988. *Historia del tiempo*. Barcelona: Crítica. 187.
12. E. Harrison, 1998. Creation and fitness of the Universe. *Astronomy and Geophysics* 39, 227.228.
13. Édouard Boné, 1999. *Dieu, hypothèse inutile?* Bruselas : Racine.
14. Ver Peacocke (2004) 333-346
15. Davies (1993), 185-227.